



KEIHANNA : Keihanna Eco-City Next-Generation Energy and Social System. Projet SMARTMOB

Bruno Faivre d'Arcier, Yveline Lecler, Benoît Granier, Nicolas Leprêtre

► To cite this version:

Bruno Faivre d'Arcier, Yveline Lecler, Benoît Granier, Nicolas Leprêtre. KEIHANNA : Keihanna Eco-City Next-Generation Energy and Social System. Projet SMARTMOB. [Rapport de recherche] Laboratoire Aménagement Economie Transports – LAET (UMR 5593); Institut d'Asie Orientale – IAO (UMR 5062). 2016, pp.31. halshs-01382709

HAL Id: halshs-01382709

<https://shs.hal.science/halshs-01382709>

Submitted on 17 Oct 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



LABORATOIRE
AMÉNAGEMENT
ÉCONOMIE
TRANSPORTS

TRANSPORT
URBAN PLANNING
ECONOMICS
LABORATORY



INSTITUT D'ASIE ORIENTALE

东亚学院 / 東アジア研究所
Lyons Institute of East Asian Studies

Crise, évolution des modes de vie, mobilité et politiques de transport

Des éco-quartiers aux « *smart cities* » : quel rôle pour l'électro-mobilité ?

Une comparaison France-Japon - Projet SMARTMOB

KEIHANNA

Keihanna Eco-City Next-Generation Energy and Social System



Monographie

Recherche financée par l'ADEME dans le cadre du GO6 du PREDIT 4, proposée par :

Le Laboratoire Aménagement Economie Transports – LAET (UMR 5593)

L'Institut d'Asie Orientale – IAO (UMR 5062)

Lyon, janvier 2016

Bruno Faivre d'Arcier, Laboratoire Aménagement Economie Transports

Yveline Lecler, Institut d'Asie Orientale

Benoît Granier, Institut d'Asie Orientale

Nicolas Leprêtre, Institut d'Asie Orientale

Sommaire

1. Présentation du site	3
2. Le projet et les principales expérimentations de la smart community	5
3. L'accompagnement des habitants et le Demande/Réponse.....	14
4. Les mesures dans le domaine des transports et de la mobilité	21

Ce document fait partie d'un ensemble de cinq monographies portant sur les smart communities de Keihanna, Kitakyushu, Toyota, Yokohama au Japon et Lyon Confluence en France. Il vient en complément du rapport « Des éco-quartiers aux « smart cities » : quel rôle pour l'électro-mobilité ? Une comparaison France – Japon », réalisé dans le cadre du projet SMARTMOB par le LAET et l'IAO, en réponse à l'appel d'offre du GO6 du PREDIT IV (financement ADEME).

Liste des sigles

Sigle	Signification	Commentaires
BEMS	<i>Building Energy Management System</i>	Système de gestion de l'énergie d'un bâtiment (bureaux, commerces...)
CEMS	<i>Community Energy Management System</i>	Système de gestion de l'énergie de la communauté (ville, quartier)
CPP	<i>Critical Peak Pricing</i>	Sur-tarification en période de pointe, pour limiter la consommation
D/R	Demande / Réponse	
EST	<i>Environmental Sustainable Transport Model Project</i>	Programme national pour des villes modèles pour des transports durables
EVRMS	<i>Electric Vehicle Recharge Management System</i>	
FEMS	<i>Factory Energy Management System</i>	Système de gestion de l'énergie d'une usine
HEMS	<i>Home Energy Management System</i>	Système de gestion de l'énergie d'une maison (logement individuel)
KEPCO	<i>Kansai Electric Power Company</i>	Compagnie d'électricité de la région du Kansai intégrant l'agglomération d'Osaka et Kyoto-Keihanna
METI	<i>Ministry of Economics, Trade and Industry</i>	
MHI	<i>Mitsubishi Heavy Industries</i>	
MLIT	<i>Ministry of Land, Infrastructure and Tourism</i>	
NEDO	<i>New Energy and Industrial Technology Development Organization</i>	
PHEV	<i>Plug-in Hybrid Electric Véhicule</i>	Véhicule hybride rechargeable
PPS	<i>Power Producer and Supplier</i>	Ensemble des fournisseurs d'électricité sur le marché japonais
PTR	<i>Peak Time Rebate</i>	Rabais sur le prix de l'électricité en fonction des économies faites en période de pointe
PV	Panneaux Photovoltaïques	
RTP	<i>Real Time Pricing</i>	Tarif de l'électricité variant en temps réel en fonction de l'offre et de la demande
TOU	<i>Time Of Use</i>	Tarification par paliers selon la période de la journée (nuit, jour, pointe)
V2X	<i>Vehicle-to-X (something)</i>	Dispositif permettant à la batterie d'un véhicule électrique de restituer de l'électricité à x
VE	Véhicule électrique	Fait en général référence aux véhicules à batterie

Keihanna Eco-City Next-Generation Energy and Social System

1. Présentation du site

Le démonstrateur de smart community de Keihanna se situe sur une partie du territoire de la cité scientifique du même nom. Dans ce terrain d'expérimentation, les chercheurs universitaires possèdent un rôle plus affirmé dans la conduite des programmes mis en œuvre. Ce tropisme est important pour saisir la complexité apparente de l'élaboration de l'appel d'offre et du master plan de la smart community. Les obstacles qui ont jalonné l'élaboration du projet (voir rapport transversal de la recherche) témoignent de la difficulté à faire collaborer les entreprises et les chercheurs de par la diversité des profils et des récits d'action mobilisés par chaque acteur, ce qui influence également la gouvernance de la smart community.

Localisée à la frontière de trois préfectures – Kyoto, Osaka et Nara¹ –, la cité scientifique ou « parc de recherche scientifique et culturelle du Kansai² » est composé de douze « districts » couvrant un total de 3 600 hectares dont près de 2 000 hectares dans la préfecture de Kyoto. Si la cité scientifique comprend sept villes (*shi*) – Hirakata, Ikoma, Katano, Kizugawa, Kyotanabe, Nara et Shijonawate – et le bourg (*chō*) de Seika, le projet de smart community ne porte que sur les trois municipalités au sud de la préfecture de Kyoto : Kyotanabe, Kizugawa et Seika. Ces trois municipalités ne représentent que 173 301 habitants³ (2010) sur les 2,61 millions d'habitants que compte la préfecture de Kyoto⁴ (dont ville de Kyoto : 1,47 million). La cité scientifique *per se* regroupant quant à elle quelques 100 000 habitants (Kansai Research Institute, 2013). Il ne s'agit en effet pas d'un espace universitaire fermé mais d'un label donné à une large zone incluant des universités, des laboratoires de recherche, des usines, mais aussi des habitants et des commerces.

Née des politiques d'innovation mise en œuvre dans les 90s/00s autour de l'innovation ouverte et de la « triple helix » (*industry/academia/government*), la cité scientifique d'abord portée par le MLIT, a été le lieu de mise en œuvre de divers projets depuis sa création :

- en avril 2002, la cité scientifique est choisie par le MEXT⁵ comme cluster de savoir (knowledge cluster initiative) ;
- en avril 2003 elle est désignée « zone spéciale de réforme structurelle » ;
- en 2008, lancement par la cité scientifique d'un « plan de promotion d'une éco-cité » sur son périmètre ;
- en décembre 2011 elle est retenue comme « Comprehensive Special Zone for International Competitiveness » par le Cabinet. Cette dernière désignation est en lien étroit avec la smart community.

La cité scientifique du Kansai est donc un lieu de concentration de nombreuses initiatives portées par les acteurs publics nationaux visant à promouvoir la recherche et l'innovation, la smart community n'étant qu'un élément de cet ensemble. En effet, dans sa version de 2013, l'éco-cité de Keihanna repose sur trois piliers⁶ :

¹ Ce qui lui donne son nom de Keihanna par juxtaposition d'une des lectures d'un des caractères du nom de chaque préfecture.

² L'essentiel des informations de cette section provient du site officiel de la Kansai Science City, disponible sur : http://www.kri-p.jp/english/whats_keihanna/, visité pour la dernière fois le 24/01/2015.

³ En 2010 Kyotanabe comptait 67 910 habitants, Kizugawa 69 761 et Seika 35 630 (site officiel des statistiques du Japon, disponible sur : <http://www.e-stat.go.jp/SG1/chiiki/CommunityProfileTopDispatchAction.do?code=2>, visité pour la dernière fois le 24/01/2015).

⁴ Entre 2010 et 2012, la population de la préfecture de Kyoto a légèrement augmenté de 2,613 millions à 2,625 millions habitants.

⁵ Ministry of Education, Culture, Sport, Science and Technology

⁶ Les axes de l'éco-cité varient selon les documents. Par exemple, la vidéo de présentation visionnée lors de notre visite à Keihanna

- 1 La construction d'infrastructures stratégiques pour la création d'une industrie environnementale, en s'appuyant sur les clusters industriels liés à l'environnement et la compétitivité de la région du Kansai sur les cellules solaires, les batteries secondaires et les LED. La collaboration entre acteurs publics, privés et académique est soulignée.
- 2 La création et dissémination de "l'écologie" comme une nouvelle culture à travers la participation et la collaboration, à travers le développement de systèmes de transport nouvelle génération, la promotion d'un mode de vie favorable à l'environnement, des activités communautaires et une interaction à l'échelle internationale.
- 3 La promotion du projet de démonstration « Keihanna Eco-city Next Generation Energy and Social System », c'est-à-dire la smart community de Kyoto Keihanna.

La réalisation de ces trois axes passe par la mise en œuvre d'un ensemble de programmes initiés par des acteurs publics nationaux et locaux, des acteurs privés et des laboratoires universitaires. La séparation entre ces programmes n'est pas étanche et témoigne de l'enchevêtrement des initiatives et financements en matière de politiques environnementales locales. Par exemple, la smart community et le « Doshisha Yamate Ecotown Project » sont menés de manière indépendante, pourtant ce dernier jouit de financements du METI dans le cadre de la smart community. D'autres programmes ne semblent par contre pas reliés à la smart community alors qu'ils y ont contribué comme par exemple, le programme de mobilité du MLIT qui a servi d'étude de faisabilité à la tentative de mise en œuvre d'un système de véhicules partagés dans le cadre de la smart community (abandonné depuis). La smart community de Kyoto Keihanna apparaît donc comme une partie du vaste projet d'éco-cité dont la mise en œuvre se recoupe avec d'autres initiatives (figure 1).

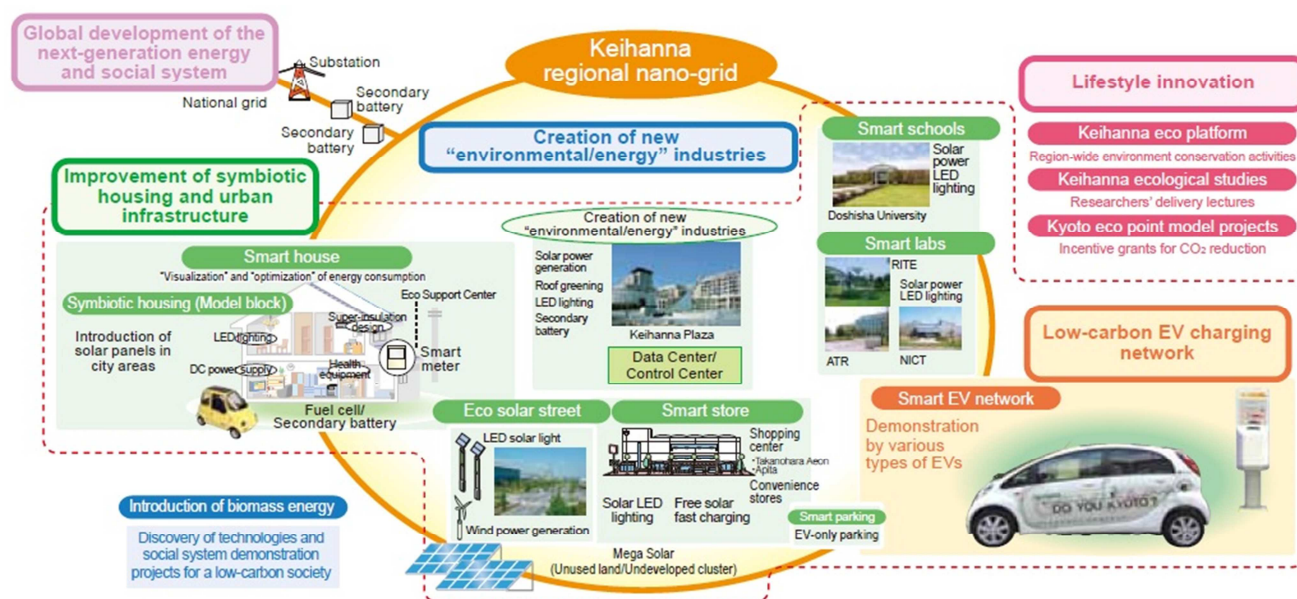


Figure 1 : Schéma synoptique du plan de promotion de l'éco-cité de Keihanna

Source : (Kansai Research Institute, 2013, p. 10)

La zone couverte par le démonstrateur est relativement peu dense (environ 2 000 habitants/km² contre près de 7 000 habitants/km² à Kyoto) et nécessite l'utilisation de la voiture ou des transports en commun pour se déplacer en son sein. Elle comprend des quartiers comme celui de Doshisha Yamate, à Kyotanabe, composé de résidences pavillonnaires relativement aisées aux abords de longues étendues de champs (visites des 17 avril et 24 juin 2014). Cet espace peu urbanisé implique des choix à opérer en termes de mobilité qui vont

Plaza (17/04/2014) fait état de 5 thèmes : la Smart Community, la conservation environnementale, les systèmes de santé, l'innovation à travers les biotechnologies agricoles, la dissémination de l'information sur Keihanna par des expositions et réunions.

impacter la forme de l'expérimentation de smart community. En effet, 60 à 70% des travailleurs⁷ résidant dans ces trois municipalités travaillent en dehors de leur commune de résidence alors que ces communes n'attirent que 23 à 46% de travailleurs en journée. La présence d'infrastructures de transport comme une autoroute ouverte en 2000 et la ligne de chemin de fer de la compagnie Kintetsu, ouverte en 2006, permet cette commutation quotidienne.

2. Le projet et les principales expérimentations de la smart community

Rappelons que parmi les quatre cas, c'est le seul qui ne soit pas porté par une ville mais par une préfecture. Alors que les autres cas s'appuyaient sur un consortium de firmes, le projet initial de Keihanna a été porté par des chercheurs, notamment par le professeur en ingénierie de l'université de Kyoto, Matsuyama Takashi (en collaboration avec la préfecture de Kyoto), et impliquait peu d'entreprises. Bien que sélectionné, le METI a néanmoins demandé que le projet soit revu en collaboration avec des entreprises, sollicitant KEPCO à cet effet. La préfecture de Kyoto et KEPCO se sont tournées vers Mitsubishi Heavy Industries (MHI) constructeur de centrales nucléaires et allié historique, afin de répondre à la demande du ministère, et ce sont finalement ces deux firmes qui ont élaboré le master plan après qu'un désaccord soit survenu avec le professeur Matsuyama⁸.

La smart community de Kyoto Keihanna se démarque des autres démonstrateurs par le nombre limité de projets menés. En effet, seuls huit projets ont été mis en œuvre, portant chacun sur une technologie (Figure 2).

Le groupe Mitsubishi, ici composé de Mitsubishi Heavy Industries, Mitsubishi Electric et Mitsubishi Motors collabore avec KEPCO sur la moitié de ces projets qui sont aussi ceux qui incluent le plus d'expérimentations sociales en lien avec le D/R. Les autres mettent davantage l'accent sur l'autonomie énergétique par les dispositifs techniques, même si le recours au D/R est également testé. Ainsi, les principales activités sont d'abord réparties au sein du groupe Mitsubishi : Mitsubishi Electric est en charge du CEMS, Mitsubishi Motors est en charge des véhicules électriques et du V2X et Mitsubishi Heavy Industries, leader du consortium, est en charge de la coordination de l'ensemble et, avec KEPCO, des expérimentations sur les ménages.

Développé par Mitsubishi Electric en 2011, le CEMS commence son expérimentation courant 2012 (JSCP, 2012-10-31). Tous les projets menés étant rattachés au CEMS, les informations qui lui sont envoyées toutes les cinq minutes lui permettent d'estimer la consommation des ménages à J+1, et sur la base des prévisions météorologiques de prévoir les pics de consommation. Dans ce cas, une requête de D/R pour le lendemain est lancée. Le CEMS est conçu comme un nano-grid régional : son rôle est de gérer les infrastructures qui lui sont reliées de façon à limiter leur consommation.

Techniquement, le CEMS envoie des requêtes de D/R aux 680 foyers sélectionnés par KEPCO et Mitsubishi Heavy Industries (voir ci-après) non pas selon l'état du réseau mais de façon automatique pour voir si les foyers sont prêts à réduire leur consommation et dans quelle mesure cette réduction s'opérerait. Cette expérimentation « artificielle » (« *DR requests are issued artificially* ») est caractéristique de la logique d'expérimentation à l'œuvre dans cette smart community (JSCP, 2012-10-31).

⁷ Le taux de chômage est dans la moyenne nationale et de la préfecture, avec des taux de 5,3 à 6,3% pour les trois municipalités. La répartition des forces de travail dans les secteurs primaire, secondaire et tertiaire suit également les tendances de la préfecture avec respectivement 2%, 22% et 67% pour la préfecture.

⁸ Entretiens menés en 2014 avec KEPCO (19 février et 17 avril 2014), la préfecture de Kyoto (17 avril), les professeurs Matsuyama, université de Kyoto (5 juin) et Senda (24 juin) et avec MHI (3 juillet).

Entreprise		Dispositifs
CEMS Kizugawa, Kyotanabe, Seika	Mitsubishi Electric	
680 Smart Meters Kizugawa, Kyotanabe, Seika	KEPCO, Mitsubishi Heavy Industries, Mitsubishi Electric	Dispositifs : Boitier communicant avec visualisation, absence de PV (condition nécessaire), D/R, conseils, écopoints.
73 Smart Homes	Doshisha Yamate Sustainable Urban Council	Dispositifs : PV, EMS local, nombreux programmes sociaux
14 HEMS Kyotanabe, Doshisha Yamate	Omron, Sharp, NEC, Osaka Gas, URban Renaissance	Dispositifs : HEMS, visualisation, PV (3-4 kWh), D/R. 10 maisons avec batterie de stockage (10 kWh), 7 maisons « tout électrique » avec pompe à chaleur ou pile à combustible.
1 Smart House	Université de Kyoto, i-Energy WG	Dispositifs : <i>smart tap</i> , PV, batterie de stockage, pile à combustible, pompe à chaleur, énergie à la demande
1 BEMS Keihanna Plaza, Seika (bureaux, laboratoires, restaurants, 1 hôtel)	Fuji Electric, Furukawa Electric, Furukawa Battery	Dispositifs : BEMS, PV (30 kW) avec réutilisation de la chaleur, batterie de stockage (30 kWh), système de contrôle automatisé (lumière, climatisation).
23 Stations de recharge	Mitsubishi Motors, Mitsubishi Heavy Industries, Enegate, Nihon Unisys, Renesas Electronics	Dispositifs : Système de gestion des données, 23 stations de recharge, 100 i-MiEV et MINICAB-MiEV connectées, D/R, écopoints.
V2X Ville d'Okazaki, préfecture d'Aichi	Mitsubishi Motors, Mitsubishi Corporation et Mitsubishi Motors	Dispositifs : Système d'intégration de véhicule, PV (20 kW) avec PCS, V2X, cinq véhicules i-MiEV avec des batteries de stockage (6 kWh chacun).

Figure 2 : Récapitulatif des projets et technologies développées dans le cadre de la smart community de Kyoto Keihanna

Source : JSCP, 2012-12-11, 2013-01-19, 2013-02-01, 2013-12-26, 2014-05-13a, 2014-05-13b ; Kyoto Prefecture, 2014 Doshisha Yamate SUC, 2013 et Entretien Fuji Electric – 10 juillet 2014

A Keihanna, la conception du rôle joué par le CEMS semble dépasser la seule gestion technique des flux d'électricité. En effet, et sans doute pour répondre aux craintes des compagnies d'électricité par rapport à l'impact des énergies renouvelables sur l'équilibre du réseau, le CEMS apparaît comme un intermédiaire entre la compagnie d'électricité et la communauté des usagers du CEMS. Tout se passe comme si ce dernier était un fournisseur pour les usagers, bien qu'il ne produise pas d'électricité directement. Conformément à la réglementation japonaise, un tel fournisseur (PPS, *Power Producer and Supplier* ou *shindenryoku* en japonais) est tenu de garantir une fourniture d'électricité constante pendant 30 mn⁹, ce que le CEMS garantit en gérant la production photovoltaïque, les batteries de stockage et les réductions de consommation. En conséquence, KEPCO fournit à la communauté, via le CEMS, une quantité fixe d'électricité (JSCP, 2012-10-31, 2013-11-26). Le CEMS fonctionne comme s'il gérât un réseau fermé d'électricité et assurait son équilibre en

⁹ Entre 2010 et 2015, la législation imposait aux PPS un volume constant d'électricité fourni en trente minutes, pour les commerces et industries consommant plus de 50 kWh. Cependant, la réforme de l'électricité de 2016 devrait étendre le rôle des PPS aux infrastructures consommant moins de 50 kWh, soit les foyers et les petits commerces. L'expérimentation du CEMS s'inscrit dans cette optique de tester à plus petite échelle les PPS.

palliant l'intermittence de production des énergies renouvelables, via une fonction de « *Power Supply and Demand Adjustment* » selon un plan de consommation ajusté quotidiennement, pour maintenir le volume constant d'électricité acheté auprès de KEPCO. Ce système est évidemment virtuel car il n'y a pas d'infrastructure de réseau séparée, mais cette gestion virtuelle en vase clos est une spécificité de Kyoto Keihanna par rapport aux autres smart communities. De plus, le système de contrat d'achat d'électricité entre producteur (compagnies d'électricité) et fournisseur (compagnie d'électricité et PPS) dans le marché spot de l'électricité s'effectuait 24h avant la fourniture, et un dépassement du contrat signé obligeait le fournisseur à payer des pénalités. Avec la libéralisation du marché de l'électricité en 2016, ce contrat d'achat d'électricité s'effectuera une heure avant la fourniture, ce qui incite à mettre en place des systèmes réactif évitant tout dépassement (JSCP, 2015-04-07). Le CEMS peut donc être un moyen de stabiliser le réseau pour éviter aux fournisseurs de payer moins de pénalités. Enfin, le développement de la norme de communication « ADR 2.0b » est également au cœur de l'expérimentation du CEMS, puisqu'elle est appelée à être la référence internationale relative au système de D/R (JSCP, 2014-05-13a).

Parmi les expérimentations connectées au CEMS, 680 foyers sont équipés de boîtiers communicants et connectés dans un projet mené par trois entreprises : KEPCO, en charge du design institutionnel, Mitsubishi Heavy Industries, menant l'analyse du marché, et dans une moindre mesure Mitsubishi Electric, qui a développé le software de la tablette et les a installées au sein des foyers (Kyoto Prefecture, 2014). Cette expérimentation sociotechnique est la plus importante de la smart community, son objectif est davantage d'analyser les comportements de consommation et les effets des incitations que de tester la connectivité des dispositifs techniques.

Par ailleurs, une expérimentation de BEMS est également menée par Fuji Electric au sein de « Keihanna Plaza » à Seika. Il s'agit d'un bâtiment comprenant des bureaux, des restaurants, un hôtel et des laboratoires de recherche expérimentaux (JSCP, 2012-12-11). L'expérimentation vise ici à tester une gestion automatique de la consommation électrique tout en impliquant les occupants. Le bâtiment est équipé de boîtiers communicants et de tablettes de Fuji Electric permettant la visualisation de la consommation, d'une batterie de stockage de Furukawa Battery et de PV de Mitsubishi Chemical dont la chaleur est réutilisée pour les chaudières (Entretien Fuji Electric – 10 juillet 2014), en plus d'autres équipements de refroidissement et de chauffage de l'eau (Kyoto Prefecture, 2014). A partir de novembre 2012, le CEMS a commencé à envoyer ses requêtes de consommation auprès de 44 structures sur un total de 77 (JSCP, 2013-12-03). En 2014 le bâtiment comptait une centaine de structures dont environ 80 ont participé : une dizaine de commerces, six à sept laboratoires de recherche, le reste étant des bureaux (Entretien Fuji Electric – 10 juillet 2014). L'expérimentation fonctionne ici de manière assez particulière puisqu'une quantité d'électricité est allouée au bâtiment qui doit contrôler automatiquement ses équipements pour ne pas consommer davantage. Cet objectif a été atteint en 2013¹⁰. Les structures participant au D/R doivent se déclarer comme telle. En effet, des points (*incentive points*) sont associés à la diminution de la consommation, mais il ne saurait être question d'en distribuer à tous si la réduction ne vient pas d'efforts volontaires mais juste d'une absence ou fermeture momentanée (Entretien Fuji Electric – 10 juillet 2014). Différentes formules ont été testées au cours des années afin d'en comparer les effets. En 2012, les structures qui réduisaient leur consommation de 10% par rapport à une moyenne de consommation antérieure gagnaient des points. En 2013, c'est l'économie d'un kilowatt par rapport à cette moyenne qui rapportait 80 yens. En 2014, l'enregistrement pour une requête de D/R se faisait deux heures avant et non plus la veille pour savoir si les salariés répondraient à une requête immédiate (Entretien Fuji Electric – 10 juillet 2014). Dans tous ces systèmes, il n'y a pas eu de perte en cas d'inaction, mais seulement un gain en cas de réduction, pour un maximum de 3 000 yens par mois (JSCP, 2012-12-11). Par ailleurs, un programme spécial d'incitation a été mis en place pour les résidents des chambres d'hôtel dites « écologiques » (JSCP, 2012-12-11) à qui une réduction de 500 yens était accordée s'ils respectaient la limite de consommation électrique fixée. Ceux qui parvenaient à réduire cette consommation recevaient en outre une carte prépayée de 1000 yens utilisable dans les

¹⁰ Fuji Electric dispense des conseils généraux et non ciblés et n'a en fait pas une connaissance précise de l'activité de chaque structure participante.

*konbinis*¹¹ (au début de l'expérimentation, la carte a en fait été donnée à tous quels que soient les résultats). L'hôtel a pu en faire réduire sa consommation de 0,4 kWh par jour.

La seconde expérimentation hors du périmètre du groupe Mitsubishi est menée par Omron en coopération avec Sharp, NEC... dans le quartier de Doshisha Yamate¹² (ville de Kyotanabe), où quatorze « Smart Houses » ont été construites. Sept maisons sont « tout électrique » et sept ont le gaz, ce qui nécessite la participation de Osaka Gas (Entretien Doshisha Yamate SUC – 24 juin 2014 ; JSCP, 2012-11-27). Elles sont équipées de PV, d'un système de chauffage à l'énergie solaire ou par pile à combustible, d'une batterie de stockage pour dix d'entre elles et d'un i-Pad permettant la visualisation¹³ (JSCP, 2012-11-27). L'expérimentation a eu lieu de l'été 2012 jusqu'à la fin de l'année fiscale 2013 (Kyoto Prefecture, 2014, p. 27) avec une connexion au CEMS par l'intermédiaire d'un « contrôleur HEMS » d'Omron qui contrôle les batteries de stockage (JSCP, 2012-11-27). Du point de vue technologique, l'expérimentation vise à tester l'impact de l'utilisation automatique de la batterie de stockage au moment opportun pour réduire au maximum la dépendance au réseau (JSCP, 2014-05-01). Du point de vue social, trois systèmes d'incitation à réduire la consommation et permettant de gagner des points Ponta¹⁴ (JSCP, 2012-11-27) ont été testés dès l'été 2012 :

- un premier programme, incite les résidents à se conformer à des objectifs de consommations envoyés tous les jours à 18h par le CEMS ;
- un second programme incite à une réduction drastique à des horaires précis, certains jours seulement ;
- un troisième programme incite à réduire les émissions de CO₂ dans une période d'un mois ou d'autres durées.

En 2013, des conseils pour économiser l'énergie ont été dispensés par Sharp¹⁵ à partir des informations de consommation relevées par les capteurs l'année précédente (JSCP, 2012-11-27, 2013-05-22). Selon l'entretien avec MHI du 03 juillet 2014, il ne s'agit pas véritablement de D/R car les habitants n'ont pas à répondre. C'est la visualisation de la consommation d'énergie qui induirait une diminution de la consommation des ménages de 3 à 4% en moyenne. Il ne fut pas possible de savoir si ce sont les maisons au gaz ou les maisons tout-électrique qui ont donné les meilleurs résultats (7 HEMS de chaque).

L'ensemble de ces initiatives et de ces dispositifs technologiques a permis une réduction de 42% de la consommation l'été 2013 par rapport à la moyenne de l'été 2007, ce qui était en deçà de l'objectif de réduction. Par contre la réduction fut plus conséquente (jusqu'à 62%) lors de l'hiver 2013 par rapport à la même année.

A la lisière de la smart community : les initiatives menées par des universitaires

Créé en novembre 2005 par un professeur de l'université Doshisha (Kyoto), Senda Jiro, le Doshisha Yamate Sustainable Urban Council (Doshisha Yamate SUC¹⁶) a pour vocation de promouvoir la construction d'un quartier sobre en carbone et des comportements de consommation économes. Lors de notre entretien avec le professeur Senda (Entretien Doshisha Yamate SUC – 24 juin 2014), celui-ci a pointé les difficultés qu'il a rencontrées pour rassembler les entreprises au sein de son initiative qu'il s'agisse de promoteurs immobiliers, fournisseurs d'énergie, ou entreprises d'électronique etc. Les discussions ont duré quatre ans

¹¹ Convenient store : commerce de proximité ouvert 24h/24

¹² C'est un hasard que l'expérimentation d'Omron soit dans le même quartier que celle du Doshisha Yamate Sustainable Urban Council (Entretien Doshisha Yamate SUC - 24 juin 2014).

¹³ Ces informations sont également visibles sur ordinateur et smartphone. Les informations comprennent la consommation et la revente d'électricité en kWh et en yens, les émissions de CO₂ liées à l'électricité et au gaz, et la consommation de tous les appareils ainsi que les points gagnés.

¹⁴ Le système de points Ponta est connu à travers le Japon. Il permet d'obtenir des réductions dans un ensemble de magasins (Lawson, Showa Shell, GEO) à un taux d'un yen pour un point.

¹⁵ Il s'agit de conseils sur le réglage des appareils ou sur des changements de mode de vie.

¹⁶ Le Doshisha Yamate SUC est une « association volontaire » qui ne possède pas de personnalité morale ni de possibilité de financer un projet ou de recevoir des financements. L'association a obtenu le soutien de la préfecture de Kyoto pour sa mise en place.

pour déboucher en 2009 sur un projet s'articulant autour de cinq piliers (Figure 3) et impliquant : des entreprises comme URban Renaissance, Omron, NEC, KEPCO, Osaka Gas et des acteurs publics, la préfecture de Kyoto et la ville de Kyotanabe même si le rôle de cette dernière est faible (Doshisha Yamate SUC, 2013). Entre 2010 et 2012, ces acteurs se réunissaient une fois par mois ou au moins une fois tous les deux mois pour la mise en œuvre du projet. La candidature au programme de smart community fut une aubaine, l'intégration du projet à la *smart community*, voulue par la préfecture de Kyoto ayant permis un financement des expérimentations techniques. En contrepartie, la préfecture a demandé au Doshisha Yamate SUC de trouver 100 foyers pour expérimenter une visualisation de l'énergie, mais à l'issue de la sélection, seuls 73 s'étaient portés volontaires.

L'expérimentation du Doshisha Yamate SUC repose sur un plan plus large « d'Eco Town »¹⁷ porté par URban Renaissance, dont l'objectif est d'améliorer l'attractivité du territoire par la revitalisation urbaine et vise une réduction des émissions de CO₂ de 50% d'ici 2020 par rapport au niveau de 2009 (Doshisha Yamate SUC, 2013). L'initiative est constituée de cinq projets phares qui se sont déroulés en 2012 et ont été évalués en 2013¹⁸ (Doshisha Yamate SUC, 2013; Kyoto Prefecture, 2014).

Programmes	Acteurs	Dispositifs
Construction et introduction de logements bas-carbone	Préfecture de Kyoto, Kyotanabe, Daiwa House	Subventions et facilitation de financement pour l'installation de PV jusqu'à la fin de l'année fiscale 2013.
Aménagement de « l'éco-community plaza »	Kyotanabe, université de Doshisha	Plaza ouverte en septembre 2011, son objectif est de se rencontrer, de renforcer la communauté
Création d'un mode de vie intelligent	Communautés locales, université de Doshisha	Des groupes d'étudiants mènent des enquêtes auprès des habitants sur leurs pratiques de consommation
EMS	Kyotanabe, Université de Doshisha, préfecture de Kyoto, Kansai Science City, Omron, NEC, KEPCO, Osaka Gas, URban Renaissance	Connexion de 73 maisons ¹⁹ entre 2010 et 2012 avec système de visualisation et gain d'écopoints pour la communauté ²⁰ (aménagement du quartier)
Mise en place d'un système de transport sobre en carbone	Université de Doshisha, Nara Kotsu Bus Lines	Système de partage de vélos, enquêtes sur l'utilisation du bus, mesures d'incitation à acheter un véhicule qui consomme peu et à conduire de manière économe.

Figure 3 : Résumés des dispositifs techniques et sociaux de l'Eco Town de Doshisha Yamate

Source : Kyoto Prefecture, 2014 ; Doshisha Yamate SUC, 2013

Lors de l'évaluation intermédiaire de 2013, plusieurs caractéristiques positives du projet ont été soulignées (Entretien Doshisha Yamate SUC – 24 juin 2014), comme une très bonne isolation des bâtiments et des équipements à forte efficacité énergétique, ou encore un grand nombre de ménages qui ont acquis un

¹⁷ L'appellation « ecotown » ne s'inscrit pas ici dans le cadre du programme d'ecotown mis en place par le METI à partir de 1997.

¹⁸ L'évaluation intermédiaire a été réalisée entre février et mars 2013, et l'année fiscale 2013 a été dédiée à une étude des résultats.

¹⁹ Expérimentation sur 51 maisons entre mars 2011 et décembre 2012, puis 22 maisons supplémentaires entre février 2012 et décembre 2012.

²⁰ Le programme est évalué en termes d'émissions de CO₂ qui comprend la consommation électrique, de gaz, d'essence, d'eau et le traitement des déchets.

véhicule secondaire de type « light car »²¹. Les objectifs de réductions ont été dépassés, avec 21% de réduction des émissions de CO₂ au lieu des 18% prévus à cette date (Doshisha Yamate SUC, 2013, p. 26). Le rapport intermédiaire relève que ce ne sont pas seulement les technologies mais aussi les programmes sociaux qui ont aidé à cette réduction notable. Entre 2013 et 2020, ces derniers vont faire l'objet d'une attention particulière pour atteindre les 50% de réduction d'émissions prévus.

La seconde expérimentation à la marge de la smart community est menée par le professeur Matsuyama qui expérimentait depuis 2004 des *smart taps*²² au sein de son laboratoire (Entretien Université de Kyoto – 5 juin 2014). Bénéficiant de financements du National Institute of Information and Communication Technology (NICT) il a créé en 2009 le groupe de travail « i-Energy » pour mettre en pratique sa recherche, avec la participation de soixante entreprises. Son terrain d'expérimentation comprend deux usines dans la ville d'Otsu et une usine à Aomori, un appartement dans la ville de Kyoto et depuis 2010 une Eco House construite dans Doshisha Yamate²³, équipée de PV, batterie de stockage, pile à combustible, pompe à chaleur et de *smart taps*.

Le projet comprend quatre étapes : l'installation de *smart taps* dans des maisons pour créer un réseau de capteurs et analyser les comportements ; la mise en place d'un « système d'énergie à la demande » ; la colorisation et la visualisation des flux d'énergie dans la maison ; un échange d'énergie au sein d'une communauté de « *prosumers* ». Le principe de cette expérimentation veut qu'il soit impossible de dépasser le plafond de consommation fixé par l'EMS. Ainsi quand un usager veut utiliser un appareil électrique, une requête est envoyée par la *smart tap* à l'EMS qui l'autorise en fonction de l'état du réseau et des prévisions. Les requêtes ont un degré de priorité qui diffère selon les appareils. Ce degré est normalement automatique mais suit l'évolution des comportements des habitants qui peuvent néanmoins le moduler. L'accent est ici mis sur la demande et non sur l'offre, contrairement au système de D/R, demande qui peut être individuelle ou à l'échelle de la communauté. La constitution de cette communauté, dernière étape du projet, est encore en réflexion.

La gouvernance de la smart community de Kyoto Keihanna : fragmentation des projets et désengagement de la préfecture

La gouvernance officielle de la smart community (voir figure 4) s'organise autour d'un conseil de promotion qui regroupe tous les acteurs (23), et englobe également les groupes de travail, et du conseil d'administration placé directement en dessous. La préfecture de Kyoto, par l'intermédiaire de son vice-gouverneur, préside le conseil de promotion, tandis que la vice-présidence est attribuée à Mitsubishi Heavy Industries et Kansai Science City (Entretien Doshisha Yamate SUC – 24 juin 2014). Ce rôle est davantage symbolique : c'est la fonction de « project manager » qui revêt le rôle le plus important, une fonction qu'occupe Mitsubishi Heavy Industries.

L'organe principal de décision est cependant le conseil d'administration, qui se réunit une fois par mois²⁴ (Entretiens MHI – 3 juillet 2014 et Fuji Electric – 10 juillet 2014) et qui prend les décisions les plus importantes par rapport à l'organisation générale des projets (Entretien KEPCO – 19 février 2014). Ces décisions portent surtout sur le calendrier des projets : les entreprises proposent la direction qu'elles souhaitent prendre et demandent l'approbation du conseil. Contrairement aux autres smart communities où un nombre limité d'entreprises compose le conseil d'administration, à Keihanna, seize acteurs en sont membres : quatre acteurs publics ou semi-publics (URban Renaissance, Préfecture de Kyoto, villes de Kyotanabe, Kizugawa et Seika), huit acteurs privés (Fuji Electric, Enegate, KEPCO, Mitsubishi, Mitsubishi Electric, Mitsubishi Heavy Industries, Omron, Osaka Gas) et quatre autres organismes (Kansai Science City, i-

²¹ Cependant, la population est jeune dans le quartier et la hausse du nombre d'enfants laisse présager une augmentation de la consommation électrique et des émissions de CO₂.

²² Un « smart tap » est un petit boîtier qui se place entre la prise de courant et l'appareil et permet de mesurer et visualiser la consommation de ce dernier.

²³ Cette maison est partiellement financée par le département du commerce, de l'industrie et du tourisme de la préfecture de Kyoto.

²⁴ En réalité moins souvent selon la préfecture de Kyoto

Energy WG, Doshisha Yamate Sustainable Urban City Council et la Kansai Economic Federation). Ce nombre est justifié par le grand nombre de groupes de travail existants²⁵. A Keihanna, chaque expérimentation/projet a son propre groupe de travail et c'est finalement au niveau supérieur que se fait l'ensemble de la coordination transversale. En fait, la présence des chefs de projets « BEMS » et « HEMS » dans le groupe de travail « CEMS » permet néanmoins une certaine coordination au sein de ces groupes, au moins pour ce qui est des dispositifs techniques (Entretien MHI – 3 juillet 2014). Les sept entreprises qui n'appartiennent pas au conseil d'administration – NEC, Sharp, Furukawa Electric, Furukawa Battery, Renesas Electronics, Keihanna Interaction Plaza et Nihon Unisys –, ont un rôle technique dans le cadre de leur propre expérimentation qui ne nécessite pas une participation à l'organisation générale, mais un simple contact avec le chef de groupe.

Au départ, en 2010, dix groupes de travail avaient été formés (voir Figure 4²⁶). En 2013, il n'y avait plus que huit groupes, deux sous projets ayant été abandonnés suite aux études de faisabilité (Entretiens KEPCO – 19 février 2014 et 17 avril 2014). Quant au groupe V2X, l'expérimentation s'étant terminée en 2013, il a cessé toute activité²⁷.

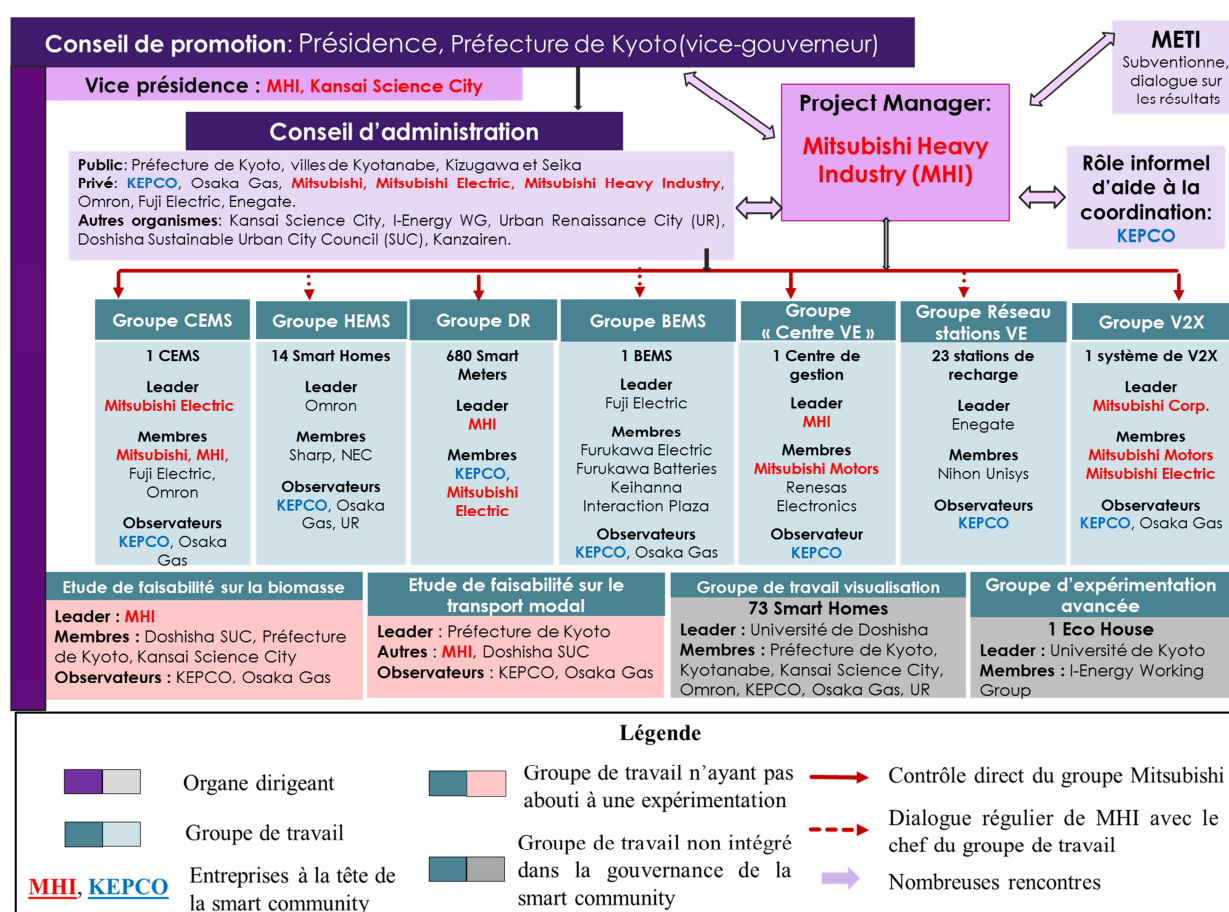


Figure 4 : Gouvernance de la smart community de Kyoto Keihanna

Les groupes de travail qui fonctionnent de manière relativement autonome, se réunissent indépendamment une à deux fois par mois selon la nécessité, ou de manière plus régulière pour des projets plus complexes

²⁵ Alors que le nombre de projets menés est plus important à Yokohama par exemple, le nombre de groupes de travail y est moindre. Une coordination intermédiaire se faisant au niveau de chaque groupe qui rassemble par grande technologie toutes les actions expérimentées, seuls les chefs de groupe sont alors impliqués au niveau supérieur.

²⁶ L'étude de faisabilité sur le transport modal était incluse dans le « groupe sur la visualisation », c'est-à-dire l'expérimentation de Doshisha Yamate SUC. Nous avons fait le choix de séparer les deux car l'étude de faisabilité n'a pas eu de suite, ce qui n'est pas le cas du Doshisha Yamate SUC.

²⁷ Japan Smart City Portal, visité pour la dernière fois le 06/02/2015 : <http://jscp.nepc.or.jp/pdf/jscp/2014/keihanna.pdf>

comme le groupe de travail D/R (Entretiens MHI – 3 juillet 2014 ; Fuji Electric – 10 juillet 2014 et Préfecture de Kyoto – 17 avril 2014). Des contacts informels, quotidiens voire hebdomadaires, par email ou téléphone, ou encore lors de divers événements s'ajoutent à ces réunions formelles. Cinq membres de la préfecture de Kyoto se répartissent le travail pour être présents à toutes les séances des groupes de travail.

Deux expérimentations ont un statut particulier : le « groupe d'expérimentation avancée » qui, du moins officiellement, est dans le conseil d'administration mais qui, selon le professeur Matsuyama, n'y participerait pas réellement; et le « groupe de travail sur la visualisation » qui n'est officiellement pas membre du conseil d'administration, mais qui s'inscrit néanmoins dans le conseil de promotion. Le fait qu'il s'agisse justement des deux expérimentations menées par des chercheurs traduit, à travers l'ambiguïté de leur position dans cette configuration d'acteurs, les difficultés et tensions lors de l'élaboration du projet. Ainsi, compte tenu de son opposition à l'orientation de la smart community depuis le master plan, Matsuyama Takashi a indiqué ne plus faire partie du conseil d'administration, même si le groupe i-Energy y est toujours mentionné (Entretien Université de Kyoto – 5 juin 2014). En ce qui concerne le projet porté par le professeur Senda Jiro, l'essentiel des décisions est pris dans le cadre du Doshisha Yamate Sustainable Urban Council (Entretien Doshisha Yamate SUC – 24 juin 2014), et l'absence de connexion technologique avec les expérimentations du groupe Mitsubishi ne nécessite pas une coordination entre ces deux acteurs. Cet « isolement » des expérimentations portées par les universitaires peut s'expliquer par une différence de stratégie. Celle des acteurs historiques du secteur de l'énergie est une stratégie de R&D à ciel ouvert qui n'est pas appelée à avoir de suite une fois les dispositifs vérifiés et éventuellement commercialisables. La seconde, portée par les chercheurs, est plus ancienne que le programme de smart community du METI et s'appuyant sur les caractéristiques locales de la cité scientifique et de l'initiative d'éco-cité, elle vise un développement pérenne des systèmes sociotechniques mis en œuvre. Ceci n'empêche cependant pas une collaboration ponctuelle de chercheurs avec les entreprises impliquées dans le projet, collaboration qui s'opère directement au sein de leurs équipes de recherche et développement.

Au-delà de cette structuration formelle, le fonctionnement de la smart community de Kyoto Keihanna repose en fait sur trois acteurs principaux : Mitsubishi Heavy Industries, Kansai Electric Power (KEPCO) et la préfecture de Kyoto.



Figure 5 : Vue partielle de la Showroom de la smart community de Kyoto Keihanna, Keihanna Plaza, Seika

Source : visite du 17 avril 2014, photographie prise par l'auteur

Outre les subventions accordées pour l'achat de véhicules électriques, la préfecture représente le projet et se charge de la publicité, rédigeant les brochures, organisant des événements comme la « Kyoto Smart City Expo 2014 » qui a rassemblé des représentants de différentes villes intelligentes du Japon. Une showroom a également été mise en place dans la Keihanna Plaza. Cette showroom qui a attiré 2 415 personnes en 2013

dont 313 étrangers (Keihanna Eco City Promotion Council, 2014, p. 8) présente plusieurs panneaux informatifs sur les technologies mises en place dans la smart community, une voiture électrique I-MiEV en démonstration, les tablettes de visualisation etc. Elle dispose également d'un espace pour les plus jeunes expliquant les initiatives environnementales dans la ville (visite du 17 avril 2014).

Dans la première phase, la préfecture a également participé au recrutement des ménages volontaires et organisé les réunions d'informations dans le cadre du D/R des 680 foyers (Entretiens MHI – 3 juillet 2014 et Préfecture de Kyoto – 17 avril 2014), permettant d'atténuer les éventuelles réticences.

Cependant, la plupart des acteurs privés que nous avons rencontré ont signalé un désinvestissement de la préfecture de Kyoto après l'adoption du projet et du master plan (Entretiens KEPCO - 17 avril 2014 ; Université de Kyoto – 5 juin 2014 et MHI – 3 juillet 2014). Diverses raisons ont été évoquées par nos interlocuteurs. Pour certains, ce retrait s'expliquerait par la difficulté de la préfecture à gérer un projet très axé sur le développement d'équipements et de technologies complexes (Entretien MHI – 3 juillet 2014). Pour d'autres, l'organisation fonctionnelle de la préfecture et la division en charge du projet serait en cause²⁸. La smart community est rattachée au département de planification des politiques (*seisaku kikakubu*) qui, à travers sa division de promotion de la Kansai Science City (*bunka gakujutsu kenkyū toshi suishinka*) gère l'ensemble du territoire²⁹. Ce département ayant une stratégie plus orientée aménagement du territoire que développement technologique (Entretien Université de Kyoto – 5 juin 2014), il mettrait naturellement davantage l'accent sur le foncier. Certes le département du commerce, de l'industrie et du tourisme (*shōkō rōdō kankōbu*) s'intéresse quant à lui au développement des politiques industrielles et technologiques et est de ce fait proche du METI, mais si dans son domaine de compétences, il est en charge de tout le territoire de la préfecture, la cité scientifique reste hors de son périmètre³⁰. Quoi qu'il en soit, le désinvestissement de la préfecture de Kyoto sur les aspects technologiques ou organisationnels a laissé le champ relativement libre aux acteurs historiques de l'énergie quant à la mise en œuvre du projet que sont MHI leader officiel et KEPCO dans son rôle informel mais central quant au D/R.

La collaboration/compétition entre les entreprises s'inscrit dans des formes de collaboration résolument classiques dans l'histoire des entreprises japonaises. En effet, outre les contrats de financement avec le METI, les entreprises membres du consortium n'ont pas signé de contrat entre elles pour participer à ce projet. La résolution des conflits s'il y en a repose sur la discussion et le consensus (Entretien Préfecture de Kyoto – 17 avril 2014). Mitsubishi Heavy Industries souligne simplement la signature d'un protocole d'entente entre les entreprises sur le processus de décision et sur la confidentialité des informations avec un accord de non divulgation (Entretiens MHI – 3 juillet 2014 et Fuji Electric – 10 juillet 2014). Ces formes de conciliation ne sont pas sans occulter d'éventuelles tensions entre les acteurs, qu'il est toutefois difficile d'appréhender à partir des entretiens que nous avons menés qui tendent évidemment à les minimiser. L'entretien mené avec la préfecture de Kyoto n'a pas laissé apparaître d'autres difficultés dans la mise en œuvre de la smart community que des problèmes techniques dans le développement du CEMS et dans le calendrier des projets. Les seules tensions entre les acteurs révélées par nos entretiens proviennent de Matsuyama Takashi, compte tenu de sa conception radicalement différente de la smart community par rapport à Mitsubishi Heavy Industries et du capital émotionnel investi par le professeur de par sa marginalisation (Entretiens Préfecture de Kyoto – 17 avril 2014 et Université de Kyoto – 5 juin 2014).

²⁸ L'organigramme des services de la préfecture de Kyoto est disponible à l'adresse suivante, visitée pour la dernière fois le 08/02/2015 : <http://www.pref.kyoto.jp/soshiki.html>

²⁹ Les responsables de la préfecture de Kyoto que nous avons rencontré font partie de cette division (Entretien Préfecture de Kyoto – 17 avril 2014)

³⁰ Une sous-division de ce département est cependant concernée par l'i-energy WG qui participe à la smart community.

3. L'accompagnement des habitants et le Demande/Réponse

Le site de Keihanna se distingue des trois autres par l'ampleur du dispositif de Demande/Réponse expérimenté. En effet, un programme d'enquêtes via Internet a précédé la phase d'expérimentation in situ pour analyser les préférences des ménages relativement à la mise en œuvre d'une simulation de tarification dynamique. Faite en 2011 à grande échelle (64 000 réponses) sur l'ensemble du Kansai, cette enquête a permis de présenter différentes formes de tarification dynamique, tout en demandant aux répondants de les classer par ordre de préférence. La figure 6 montre les diverses options que les répondants devaient classer.

Type de tarif	Description	Type	Niveau de prix par kWh
Time Of Use (TOU)	Tarif fixe par période horaire selon les saisons	A	Deux niveaux de prix : 20 Yens et 40 Yens en pointe (13h-16h)
		B	Trois niveaux de prix : 10 Yens (22h-8h) ; 25 Yens (8h-22h) et 45 Yens en pointe (13h-16h)
		C	Tarif modulé par heure sur toute la journée
Critical Peak Pricing (CPP)	Sur la base du TOU type A, le prix en pointe est modulé selon la demande	A	+ 80 Yens
		B	+ 160 Yens
		C	+ 240 Yens
		D	+ 400 Yens
Peak Time Rebate (PTR)	Réduction pour ceux qui réduisent leur consommation pendant la pointe	PTR	3 Yens
Real Time Pricing (RTP)	Le tarif varie en fonction du prix du marché de gros	RTP	Tarif variable en temps réel

Figure 6 : Options de tarification dynamique proposées lors de l'enquête Internet

Source : Mitsubishi Heavy Industries Ltd., 2014

Comme le montre la figure 7, les répondants manifestent en moyenne une préférence pour la tarification de type TOU simple (un seul tarif de pointe, de préférence à un tarif modulé chaque heure), puis pour le CPP (classé du tarif le plus bas au tarif le plus fort), même si le rabais pour l'économie d'énergie (PTR) durant la pointe s'intercale au milieu. La tarification en temps réel selon le prix du marché de gros est l'option classée en dernière position.

L'expérimentation de requêtes de D/R a ensuite été lancée à l'été 2012. KEPCO s'est en fait chargé du recrutement des volontaires. La compagnie a informé par e-mail ses 40 000 clients habitant dans la zone, les invitant à une réunion d'information sur l'expérimentation. 1 649 (soit 4%) ont répondu être intéressés, et après avoir éliminé les foyers qui ne remplissaient pas l'une des trois exigences – 1) avoir un wifi, 2) ne pas être étudiant demeurant seul et 3) ne pas vivre dans une maison déjà équipée de PV³¹ – 900 foyers ont été sélectionnés de manière aléatoire et non selon des critères de représentativité de la population japonaise (par KEPCO et MHI)³². Tous ont ensuite été visités individuellement et finalement 681 ont définitivement été retenus. La répartition est la suivante : 27% de moins de 18 ans, 25% entre 19 et 39 ans, 28% entre 40 et 59 ans et 20% de plus de 60 ans. 76% occupent des maisons, et 24% des appartements. Les foyers de 2 à 3 personnes représentent la moitié des ménages, 31% sont composés de 4 personnes, mais il y a aussi quelques personnes vivant seules. 20% des bâtiments ont cinq ans ou moins, 40% entre 6 et 15 ans, 15% entre 16 et 20 ans, et 23% ont plus de 20 ans (Entretien KEPCO – 17 avril 2014).

³¹ Les foyers dont la maison était déjà équipée de PV ont été exclus afin de ne pas biaiser les résultats. En effet, ils auraient pu ne pas répondre aux sollicitations en se reportant sur le solaire lors de pointes de consommation. On voit ici l'influence de KEPCO pour qui l'expérimentation vise principalement l'effacement de la pointe et non l'introduction d'énergies renouvelables.

³² Entretiens KEPCO - 17 avril 2014 et MHI - 3 juillet 2014

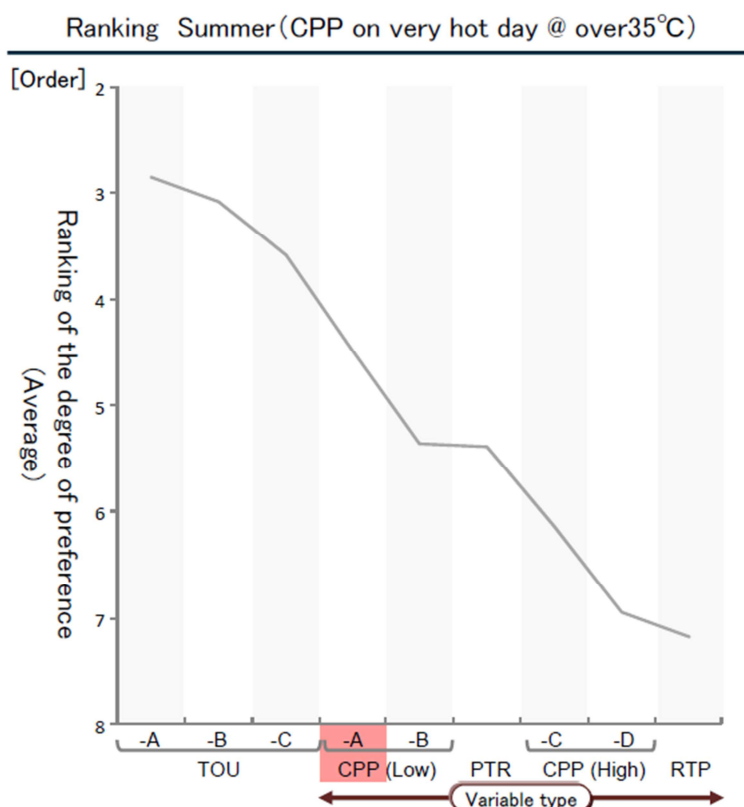


Figure 7 : Classement des options de tarification dynamique – enquête Internet

Source : Mitsubishi Heavy Industries Ltd., 2014

Les foyers sélectionnés ont signé un accord de participation à propos de l'utilisation des données, mais ils n'ont pas de contrat de consommation spécifique. Ils ont été tenus au courant tout au long de l'expérimentation par des visites individuelles et des réunions d'information (*kōminkan*) avec la préfecture de Kyoto et les entreprises participantes.

Les 681 ménages volontaires ont été répartis en 4 groupes avec un échantillonnage aléatoire :

- Le groupe A (150 ménages) est un groupe de contrôle, ne bénéficiant que d'une « visualisation » via une tablette sur sa consommation quotidienne par heure ;
- En plus de la « visualisation », le groupe B (150 ménages) bénéficie en 2012 d'annonces sur les jours soumis à CPP, mais sans avoir à en subir un effet financier, et en 2013 de consultations (conseils).
- Les groupes C et D (381 ménages) bénéficient de la visualisation, d'un tarif TOU les jours normaux et d'un CPP les jours de requêtes

La distinction entre les groupes C (190) et D (191) n'a été faite qu'en 2013, le groupe D bénéficiant en plus de consultations (conseils). Ces consultations consistent en des entretiens à domicile réalisés avant chaque période de D/R, avec remise d'un document de deux pages précisant la nature des actions possibles pour réduire sa consommation pendant la période de requête. Ces conseils sont plus ou moins personnalisés, en fonction du profil de consommation du ménage. KEPCO a ainsi mis en place des « consultations d'économies d'énergie », au cours desquelles plusieurs employés, spécialistes en économies d'énergie, passent entre une et deux heures chez les habitants (groupes B et D). Ces derniers bénéficient de conseils génériques et personnalisés, portant à la fois sur les gestes à adopter et sur le fonctionnement des appareils. Ils peuvent aussi poser leurs questions en cas d'incompréhension. Un feuillet leur est remis, indiquant leur courbe de consommation, laquelle est à la fois assimilée à un profil symbolisé par un animal (éléphant, lion, caméléon, etc.) et située par rapport à la moyenne des participants (voir encadré 1). Des conseils personnalisés figurent également, concernant des suggestions d'achat d'appareils plus efficaces ou de comportement à adopter ou

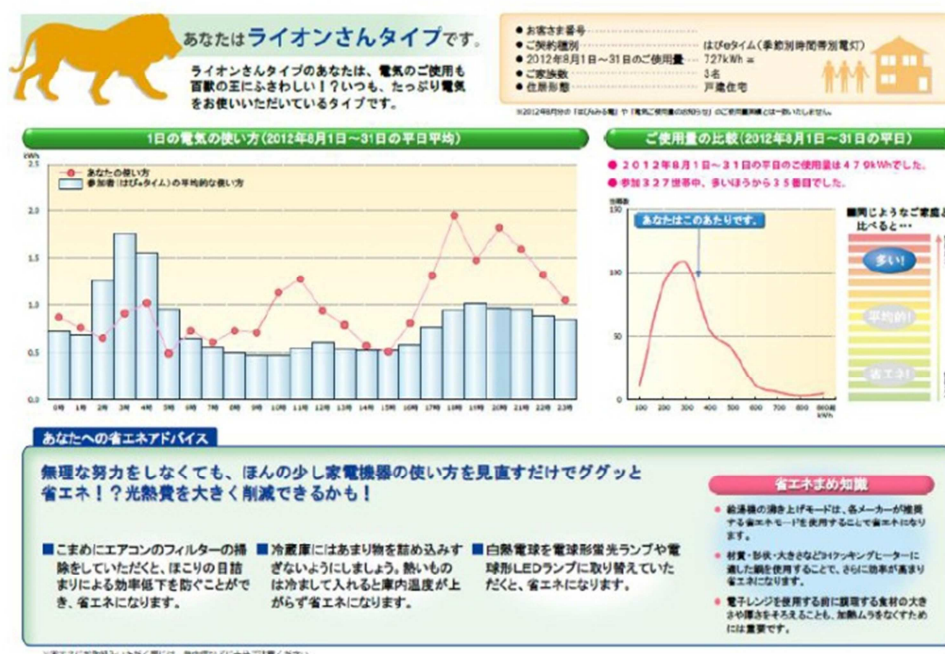
à éviter. En outre, un serveur téléphonique permet aux habitants de poser leurs questions en cas de besoin. Les entretiens avec les employés de KEPCO³³ ont mis en évidence que pour ces derniers, considérant que les habitants n'avaient pas un comportement rationnel, il était crucial de leur fournir une assistance.

Encadré 1 : Keihanna : Les profils de consommation symbolisés par des animaux

Lion	Comme le roi des animaux, vous êtes parmi ceux qui consomment le plus d'électricité
Eléphant	Vous avez une attitude très relaxe quant à l'utilisation de l'électricité et consommez beaucoup tout au long de la journée
Singe	Vous êtes aussi actif ("high tension") qu'un singe, que cela soit la journée ou le soir, vous consommez en permanence
Caméléon	Votre courbe de consommation est variable et sans logique apparente
Ecureuil	Vous consommez peu d'électricité
Chouette	En raison de votre absence dans la journée vous consommez surtout la nuit
Chameau	Vous êtes doué pour le <i>peak shift</i> car vous avez deux bosses de consommation avant et/ou après la période de pointe

Comme le montre l'exemple du lion ci-dessous, chaque fiche profil indique l'animal auquel correspond la consommation du ménage et donne 2 ou 3 conseils personnalisés pour modifier son profil (cadre bleu en bas de fiche) ; s'y ajoute un cadre avec 2 ou 3 principes généraux sur les économies d'énergie. La courbe de gauche indique en trait rouge la consommation du ménage, et en barre bleue la consommation moyenne des ménages ayant le même type de contrat de fourniture d'électricité. A droite; un schéma permet de situer la consommation du ménage vis-à-vis des autres ménages participants, avec une appréciation associée à une jauge (du vert au rouge) : allant de consommation « économe » à « élevée » en passant par « moyenne ».

Exemple fiche-profil du lion



Source : Entretiens du 17 avril 2014 avec les personnels de KEPCO branche de Fushimi en charge des consultations auprès des participants

³³ Entretiens du 17 avril 2014 avec les personnels de KEPCO branche de Fushimi en charge de ces consultations.

Pour les simulations en été, les expérimentations se sont déroulées du 23 juillet au 28 septembre 2012, puis du 8 juillet au 18 septembre 2013. Les requêtes de D/R (figure 8) s'appliquaient de 13h à 16h, soit sur une période de 3h les jours de semaine seulement. La simulation de tarification dynamique se fait de la manière suivante. Les participants reçoivent un capital de 7 000 points au démarrage. Pendant les jours normaux, ils « dépensent » 20 points par kWh consommé, et lors des jours critiques, pendant la période de mise en œuvre du D/R, ce nombre de points par kWh peut passer à 40, 60 ou 80 pour les groupes C et D (soit de 2 à 4 fois le tarif de base TOU). A la fin de chaque période d'expérimentation, les points restants sont convertibles en monnaie (1 point = 1 yen). Le nombre de requêtes par période a été de 15 (5 fois par niveau de « prix »).



Note : le 25 juillet 2013, sur l'heure de pointe (13h-16h) le tarif de l'électricité était de 80 yens/kWh. Les barres jaunes indiquent la consommation du ménage par tranche de 30 mn. La consommation totale de la journée est de 11,97 kWh et pendant la pointe de 1,54 kWh.

Figure 8 : Ecran d'information annonçant la requête de Demande/Réponse à Keihanna

Source : ITO Koichiro, IDA Takanori, TANAKA Makoto, 2015

En hiver, le dispositif a été quasiment identique, se déroulant du 17 décembre 2012 au 28 février 2013, puis du 9 décembre 2013 au 14 février 2014. Le nombre de requêtes a été de 24. La principale différence est que les ménages disposaient d'un capital de 16 000 points au départ, en raison de la plus forte consommation en hiver qu'en été dans cette région.

Les résultats en été (figure 9) montrent des différences significatives selon les groupes. Il faut préciser qu'entre 2012 et 2013, la température moyenne a augmenté de 1°, dépassant les 34°C, situation moins favorable aux économies d'énergie (air conditionné). On peut observer un effet du TOU seul de l'ordre de 7,6 à 8,2%, et un effet plus variable du CPP. Si en 2012, le CPP à 40 points génère une économie forte (+9,3% en plus du TOU, cette économie ne progressant que modestement avec des CPP plus élevés), le gain est par contre plus modeste en 2013 (de 3,7% à 4,7% pour 40 points), sans doute à cause de l'inconfort lié à la température élevée.

On notera en particulier l'effet sensible des « consultations » proposées pour le groupe D, puisque le seul TOU induit une économie de 17,9%, alors que le CPP ne permet de gagner que 4,7% supplémentaire. Il

semble donc que les conseils donnés ont permis aux ménages de ce groupe une optimisation de leur consommation, avec des économies significatives.

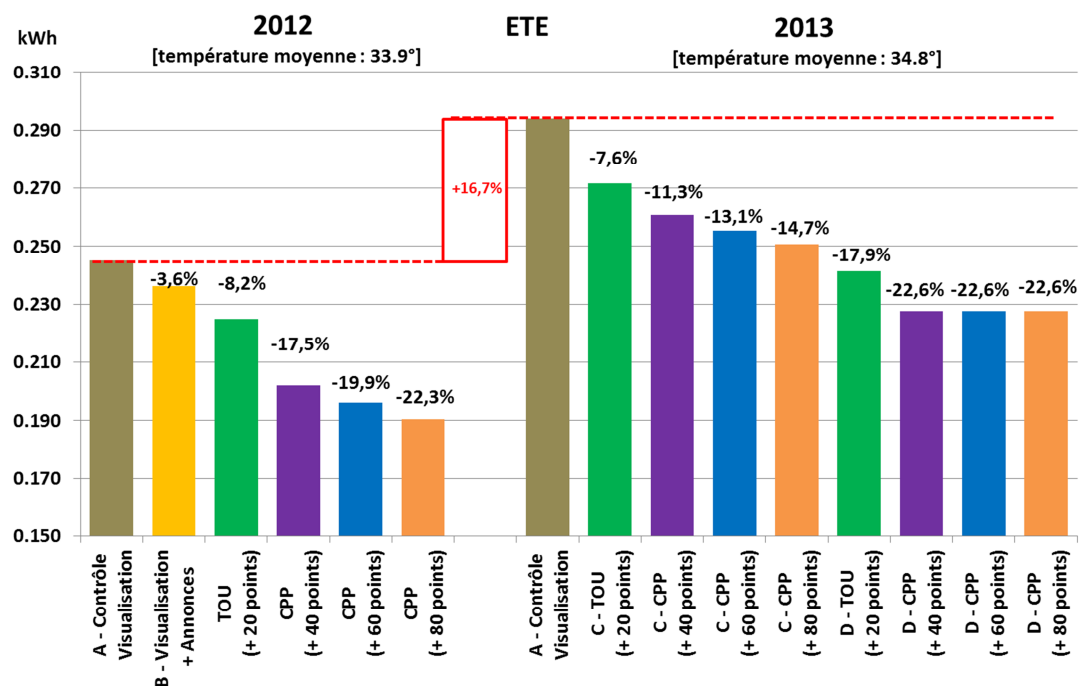


Figure 9 : Résultats des requêtes de Demande/Réponse à Keihanna (été)

Source : Mitsubishi Heavy Industries Ltd., 2014

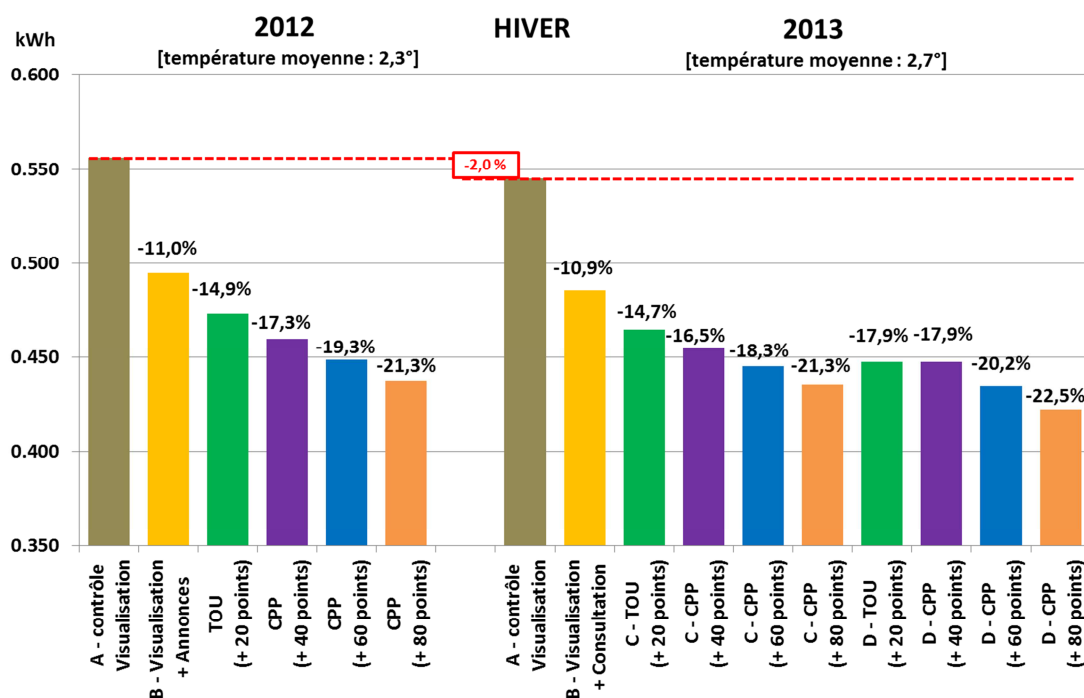


Figure 10 : Résultats des requêtes de Demande/Réponse à Keihanna (hiver)

Source : Mitsubishi Heavy Industries Ltd., 2014

En hiver (figure 10, ci-dessus), la consommation des ménages est sensiblement plus élevée (de l'ordre du double de celle de l'été), et la différence de température entre 2012 et 2013 n'a été que de 0,4°C (avec une humidité moyenne un peu moins forte : 54,0% en 2012 et 49,7% en 2013).

Par rapport à l'été, le groupe B présente des résultats meilleurs, que ce soit en 2012 (annonces : -11,0%) ou en 2013 (consultations : -10,9%). La raison de cet écart peut s'expliquer par un effet d'apprentissage après la première vague de requêtes à l'été 2012, et par la pertinence des conseils donnés lors des consultations.

L'effet du TOU est globalement meilleur, avec une baisse de 14,9% en 2012 et 14,7% en 2013 (et même 17,9% pour le groupe D bénéficiant de consultations). A l'inverse, le CPP présente un rendement beaucoup plus faible, puisqu'il n'augmente ces économies que de quelques pourcents supplémentaires pour chaque niveau de « prix » proposé. Ainsi, dans le cas du CPP de 80 points, la baisse maximale de consommation atteint 21,3% en 2012 comme en 2013 (22,5% pour le groupe D bénéficiant de consultations).

L'ensemble de ces résultats montre des effets significatifs, mais variables en fonction du contexte. Cela confirme l'intérêt du TOU pour inciter les ménages à des réductions de consommation en heure de pointe. L'impact du CPP, qui accroît de manière variable le prix fictif, semble n'avoir qu'un effet limité, avec une élasticité au prix très faible. On remarquera enfin, l'effet non négligeable des consultations pour augmenter les économies d'électricité. Plusieurs enquêtes ont été réalisées sur la nature des actions entreprises par les ménages pour réaliser ces économies (Entretien KEPCO – 17 avril 2014).

- En été (beaucoup plus qu'en hiver), les sorties de la famille à l'extérieur du domicile (*gaishutsu*) pendant les périodes de CPP (dans 33% des cas en été, mais seulement 7% en hiver) vers des lieux publics ou commerciaux climatisés (*cool spot*) permettent de limiter le recours à l'air conditionné du domicile ;
- Le recours à la production d'électricité par les pompes à chaleur (*heat source conversion*) a été utilisé par 24% des ménages tous les jours de requêtes et à 32 % pour au moins la moitié des jours.
- Les « consultations » ont porté pour 21% des cas sur l'usage des réfrigérateurs (température de réglage), pour 15% sur l'air conditionné (arrêt, baisse de la température, nettoyage des filtres), pour 11% sur l'éclairage (éteindre les lampes allumés, au moins dans les pièces inoccupées), pour 9% sur la télévision (arrêt, réglage en mode économie d'énergie). Les autres actions (moins de 6% chacune) concernent les autres équipements électriques de la maison.
- D'autre part, des conseils ont été dispensés pour remplacer des appareils électriques par des appareils plus écologiques (Entretien KEPCO – 17 avril 2014), avec un effet relatif : lors de l'été 2013, 34% des ménages des groupes B et D ont remplacé leur climatisation pour un modèle plus écologique, 19% des réfrigérateurs et 5% des télévisions.

Pour conclure sur les divers résultats obtenus pendant l'expérimentation, les figures 11 et 12 tentent de faire une synthèse générale, pour chacun des sites d'expérimentation. Cela regroupe à la fois les économies d'énergie et les réductions de CO₂ résultant des dispositifs techniques mis en œuvre et les effets des requêtes de Demande/Réponse.

Projets	Entreprise	Résultats
CEMS Kizugawa, Kyotanabe, Seika	Mitsubishi Electric	Conformité de la consommation réelle avec les objectifs : 41% en 2012, 62% en hiver 2013; -5% de consommation électrique en période de pic dans la communauté
680 Smart Meters Kizugawa, Kyotanabe, Seika	KEPCO, Mitsubishi Heavy Industries, Mitsubishi Electric,	Été 2012 : de -4,6% (TOU, 20 points) à -14,1% (TOU, CPP, 80 points). Hiver 2012 : de -6,4% (TOU, CPP, 80 points) à -14,9% (TOU).
73 Smart Homes	Doshisha Yamate Sustainable Urban Council	-13% de consommation électrique par l'EMS local, -21% d'émissions de CO ₂ à travers tous les programmes
14 HEMS Kyotanabe, Doshisha Yamate	Omron, Sharp, NEC, Osaka Gas, URban Renaissance	Été 2013 : -42% de réduction ; Hiver 2013 : jusqu'à -62% de réduction.
1 Smart House	Université de Kyoto, i-Energy WG	Impossibilité de dépasser la consommation maximum d'électricité assignée
1 BEMS Keihanna Plaza, Seika (bureaux, laboratoires, restaurants, hôtel)	Fuji Electric, Furukawa Electric, Furukawa Battery	En 2013, 33% des clients de l'hôtel ont atteint l'objectif de consommation électrique, 86% celui d'eau chaude, et l'objectif de 37,5 kWh dans tout le BEMS a été atteint.
23 Stations de recharge	Mitsubishi Motors, Mitsubishi Heavy Industries, Enegate, Nihon Unisys, Renesas Electronics	Jusqu'à -20% de réduction en 2012, jusqu'à -29% de réduction en 2013 et jusqu'à -35% de réduction en 2014
V2X Ville d'Okazaki, préfecture d'Aichi	Mitsubishi Motors, Mitsubishi Corporation et Mitsubishi Motors	-12,7% de consommation en moyenne, jusqu'à -15% maximum.

Figure 11 : Synthèse des résultats des requêtes de D/R à Keihanna

Source : JSCP, 2012-12-11, 2013-01-19 ; 2013-02-05, 2013- 12-26, 2014-05-01, 2014-05-13b ; Kyoto Prefecture, 2014 ; Doshisha Yamate SUC, 2013 et Entretien Fuji Electric – 10 juillet 2014

Programme	Acteurs	Résultats
Construction et introduction de logements bas-carbone	Préfecture de Kyoto, Kyotanabe, Daiwa House	Passage de 6 à 35% de logements avec PV entre 10/2010 et 01/2013 (81% ³⁴ des maisons construites en 2012).
Aménagement de « l'éco-community plaza »	Kyotanabe, université de Doshisha	2 130 visiteurs entre septembre 2011 et mars 2013.
Création d'un mode de vie intelligent	Communautés locales, université de Doshisha	Rédaction d'un journal écologique avec des conseils sur l'utilisation des appareils électriques.
EMS	Kyotanabe, Université de Doshisha, préfecture de Kyoto, Kansai Science City, Omron, NEC, KEPCO, Osaka Gas, URban Renaissance	Diminution de la consommation de 13% entre 12/2011 et 11/2012 grâce à la visualisation
Mise en place d'un système de transport sobre en carbone	Université de Doshisha, Nara Kotsu Bus Lines	Horaires du bus révisés en mars 2012, diminution de la consommation d'essence de 19% entre 2009 et 2012.

Figure 12 : Résumés des dispositifs techniques et sociaux de l'Eco Town de Doshisha Yamate

Source : (Kyoto Prefecture, 2014) (Doshisha Yamate SUC, 2013)

³⁴ Contre 12% dans la préfecture de Kyoto et 17% dans tout le Japon en 2012.

4. Les mesures dans le domaine des transports et de la mobilité

Si l'on se réfère au Master Plan déposé pour candidater au programme des smart communities, on peut remarquer que les objectifs en matière de promotion des véhicules de nouvelle génération sont particulièrement limités dans le cas de Keihanna, puisque seuls 100 véhicules électriques sont prévus, dans la perspective d'étudier principalement la gestion des bornes de recharge.

Pour Keihanna, la préfecture de Kyoto donne un complément de subvention, d'un montant de l'ordre de 2/3 de la subvention gouvernementale, ce qui contribue pratiquement à diviser par 2 le coût d'achat d'un véhicule de nouvelle génération. De plus 23 stations de recharge (dont 3 rapides) ont été installées, en lien avec les 100 véhicules électriques participant aux requêtes de D/R.

La promotion des véhicules de nouvelle génération est une politique nationale et fait l'objet de nombreuses aides financières, soit directement du gouvernement auprès des particuliers, soit via des programmes nationaux comme EV&PHEV Towns. Les expérimentations de smart communities s'inscrivent donc dans ce cadre, en développant les infrastructures de recharge et en aidant à l'achat des véhicules. L'augmentation du nombre de ces nouveaux véhicules permet d'en analyser l'usage, et ainsi de disposer de données nécessaires pour le test des équipements de gestion de l'électricité, et notamment la gestion des infrastructures de recharge.

On note également dans le Master Plan de Keihanna un projet de service d'autopartage avec des véhicules électriques, en vue d'offrir une alternative à l'usage de la voiture particulière pour les déplacements domicile-travail, sur un territoire peu dense et relativement éclaté. Cependant, il semble que ce projet, qui aurait dû être piloté par Mitsubishi, a été très vite abandonné, en raison des premières analyses de faisabilité financière : aucun opérateur n'a semblé souhaiter participer à la mise en œuvre d'un tel projet dont le modèle d'affaires semble loin d'être vérifié.

Enfin, dans la smart community de Keihanna, on ne trouve pas d'expérimentations concernant les véhicules à hydrogène, bien que le constructeur automobile Mitsubishi Motor participe aux démonstrations.

La gestion des recharges

L'introduction de nombreux véhicules électriques va générer de très fortes pressions sur le réseau quand ils sont en recharge. Afin de minimiser cet impact, Keihanna a ciblé les résidents (ménages et entreprises) ayant acheté un véhicule électrique (bénéficiant d'une subvention de l'Etat et de la Préfecture de Kyoto) pour assurer un suivi de l'état de charge des batteries et des périodes et lieux de recharge.

Pour cela Mitsubishi Heavy Industries a créé un système de gestion des recharges des VE (EVRMS), dont l'objectif est de minimiser les impacts sur le réseau, à partir de requêtes de D/R lancées par le CEMS. 60 véhicules ont été recrutés pour l'année fiscale 2012 (pour atteindre 100 en 2013), identifiés par une carte IC lors de leur connexion à une station de recharge. Les véhicules concernés sont des Mitsubishi (I-Miev et Minicab I-Miev) achetés dans les 3 villes du démonstrateur (Kyotanabe, Kizugawa et Seika).

L'échantillon des 60 VE de 2012 se répartit de la façon suivante : 83% individus et 17% entreprises. Pour les individus, 36% ont la quarantaine, 24% la cinquantaine et 22% la soixantaine. 48% possèdent 2 véhicules et 20% trois, y compris le VE.

Ne disposant pas a priori d'informations sur où et quand ces véhicules seront rechargés, ce qui ne permet pas de prévoir la demande d'électricité, le EVRMS permet d'acquérir ces informations à partir d'un équipement embarqué dans les véhicules, et des stations de recharge reliées à un centre de gestion. Les communications entre les trois se font par fibre optique et les smartphones (3G).

L'équipement embarqué comprend un DSRC (Dedicated Short-Range Communications) qui peut communiquer avec les antennes placées sur les bornes de recharge et transmet les données du système de navigation des véhicules (localisation GPS du véhicule, état de charge de la batterie, air conditionné activé ou

non...). 20 chargeurs lents ont été installés dans la zone. Le recueil de données a commencé en mars 2012 (JSCP, 2013-01-19).

Ces recharges étaient initialement tarifées à 100 yens (0,75 €), mais l'objectif de l'expérimentation a été de faire varier le tarif de 0 à 300 % selon les périodes de la journée, de façon à inciter les automobilistes à répondre aux requêtes de D/R, pour différer les recharges en pointe et utiliser de préférence les surplus d'électricité solaire en journée. Les personnes se conformant aux requêtes (initialement envoyées la veille par e-mail, puis directement envoyées sur le système de navigation du véhicule) sont récompensées par des éco-points.

Des données sur le statut des VE collectées selon un cycle préfixé.

Le Centre de Gestion des VE gère les données de localisation (longitude et latitude), l'état de charge de la batterie, la vitesse du véhicule, la distance parcourue et l'utilisation de l'air conditionné, à partir des équipements embarqués, sur un cycle de 6 minutes ou pour chaque 100 m parcouru ou 1% de variation de la charge de la batterie. Les données sont également collectées à chaque début/fin de charge. Ainsi le système fournit des informations comme les notifications de charge résiduelle de la batterie, ou du guidage vers les stations de recharge. Il collecte les informations liées au fonctionnement opérationnel de la recharge, comme le montant d'électricité fourni et l'état du système, ainsi que l'identité de l'utilisateur, sa consommation d'électricité pour la recharge et son coût. Les utilisateurs peuvent aussi obtenir des informations sur le niveau de charge restant, et les localisations des stations de recharge. Dans un 2^{ème} temps a été ajoutée la possibilité de faire des réservations pour la station de recharge, avec indication des niveaux de tarif.

Le Centre de Gestion des VE peut produire une estimation de la demande d'électricité pour une journée donnée, en s'appuyant sur les résultats des jours précédents ayant les mêmes caractéristiques. La prévision est améliorée en prenant en compte les réservations de recharge enregistrées. La consommation d'électricité est estimée à partir de l'évolution du niveau de charge des batteries des véhicules.

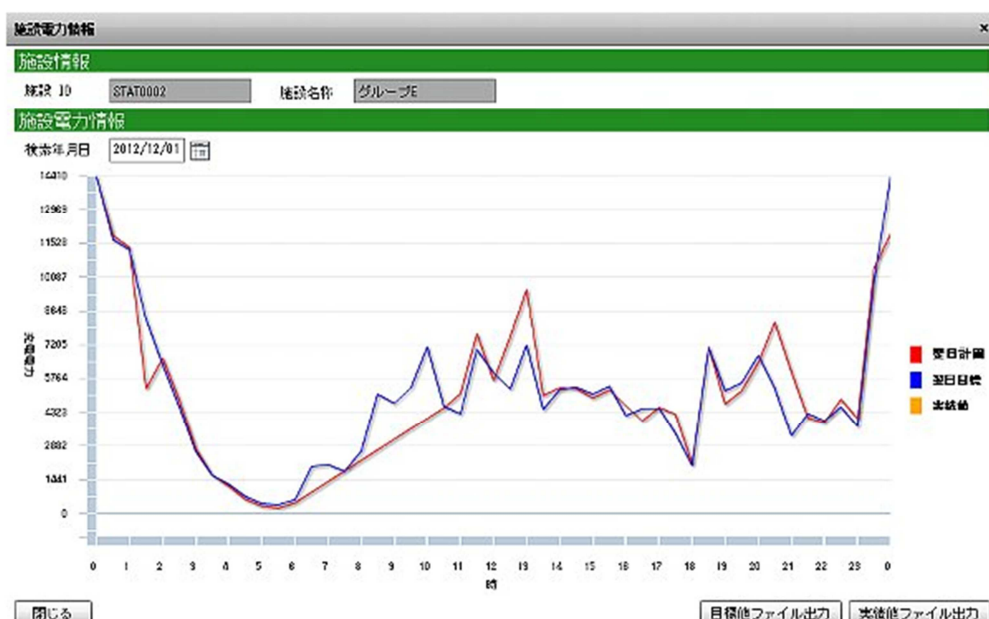


Figure 13 : Calibrage du modèle de prévision de la demande électrique pour les bornes de recharge

Source : JSCP, 2013-01-19

La figure 13 montre un exemple d'estimation du besoin d'électricité sur un groupe de stations de recharge. La courbe en rouge indique les résultats cumulés sur des jours de même type. La courbe en bleu fournit la prévision améliorée pour le lendemain, en fonction notamment des prévisions de réservation. La courbe montre un pic de 23h (début du tarif de nuit) à 1h du matin, suivi d'une décroissance liée aux batteries chargées. On notera un petit pic aux alentours de midi (chargement pendant la pause de midi ?) et un creux

vers 18h (déplacements en VE ou D/R en heure de pointe ?). L'importance des recharges en cours de journée peut s'expliquer par le fait qu'un certain nombre de véhicules sont des camionnettes (Minicab) ou véhicules d'entreprises. Ces prévisions sont envoyées au CEMS qui peut ainsi planifier des requêtes de D/R pour éviter des recharges en heure de pointe.

Observation des changements dans le comportement des utilisateurs de VE induits par le D/R

Les quatre actions requises pour répondre aux requêtes de D/R sont :

- Supprimer une recharge (pendant la période demandée)
- Reporter la recharge à une autre période
- Supprimer l'usage pendant la période de pointe (réduire la capacité disponible des chargeurs rapides)
- Promouvoir la recharge à certaines périodes (notamment quand un surplus d'électricité solaire est disponible).

Ces requêtes sont adressées aux utilisateurs la veille entre 18h et 21h par e-mail. Elles donnent une information sur les actions requises et le niveau d'urgence, ainsi que le nombre d'éco-points que gagneront les utilisateurs s'ils se conforment à ces requêtes. A partir de février 2013, ces requêtes ont été envoyées directement sur le système de navigation des véhicules.

Un questionnaire envoyé aux utilisateurs des 60 VE avant les requêtes montre que 48% des utilisateurs se conformeraient à 5 requêtes ou plus sur 10 envoyées. Environ 35% déclarent qu'ils seraient capables de réduire ou de reporter leur usage des chargeurs hors pointe. L'expérimentation doit ainsi permettre d'analyser comment se font ces changements en fonction de la nature des requêtes, du nombre d'éco-points, des périodes horaires, des saisons et de la météo.

Premiers résultats sur les 60 VE.

18 requêtes de D/R ont été envoyées entre le 21 Novembre et le 18 Décembre 2012. Trois types de requêtes ont été testés :

- 1) Baisser la demande d'électricité entre 11h et 16h (sur 5h) – *Power Flat #1*
- 2) Baisser la demande d'électricité entre 17h et 21h (sur 4h) avec l'hypothèse d'un surplus solaire disponible dans la journée dans le futur – *Power Flat #2*
- 3) Réduire la demande en période de pointe (18 à 21h en hiver, sur 2,5h) – *Peak Reduction*.

On peut observer qu'en général la demande d'électricité pour les recharges diminue dans les périodes de D/R, avec un résultat équivalent ou meilleur que le niveau ciblé, avec un report de la recharge en dehors de la période testée (JSCP, 2013-12-03) (Figures 14 et 15).

	Avec requêtes D/R		Sans requête D/R		Variations	
	Taux de charge	Volume de charge (palier de 30 mn)	Taux de charge	Volume de charge (palier de 30 mn)	Taux de charge	Volume de charge (palier de 30 mn)
1 21-27 Nov	8,7 veh/60	4 782 Wh (5h)	7,4 veh/60	5 344 Wh (11h-16h)	+15 %	- 10,5% (- 562 Wh)
2 28 Nov.-4 Dec.	9,9 veh/60	6 762 Wh (4h)	9,9 veh/60	7 136 Wh (17h-21h)	0%	- 5,2% (-374 Wh)
3 12 Dec.-14 Dec	5,3 veh/60	6 269 Wh (2,5h)	7,7 veh/60	7 762 Wh (18:30 – 21h)	-31,2 %	- 19,2% (-1 493 Wh)

Figure 14 : Principaux résultats des requêtes de D/R sur la recharge des VE en 2012

Source : JSCP, 2013-12-03

Les résultats montrent des réductions du volume de charge pendant les périodes de requêtes (tarif de 300 yens – 2,26 €), allant de -5 % (375 Wh) à -19% (1 500 Wh), variables selon le moment de la journée et la durée de la requête. Il apparaît en effet que sur une courte période (2,5h) les résultats sont positifs (-31% de taux de charge), mais que sur des périodes plus longues (4 à 5h) les usagers ont du mal à satisfaire les requêtes : on observe même parfois une augmentation du taux de charge, mais avec une durée de charge plus faible. Dès l'été 2013, les tests ont été faits sur des périodes plus courtes, conduisant à des réductions du volume de recharge de 29% en 2013 et 35 % en 2014 sur des périodes d'1h30. Par contre les incitations à recharger la nuit (23h-0h) ont induit une hausse du volume de recharge de 48% sur cette période.

Les requêtes de D/R conduisent donc à une baisse du volume de charge par 30 mn de l'ordre de 5 à 20%. Cependant, le taux de recharge (nombre de véhicules se rechargeant sur le parc étudié) augmente dans le 1^{er} cas et n'est pas significativement différent dans le second.

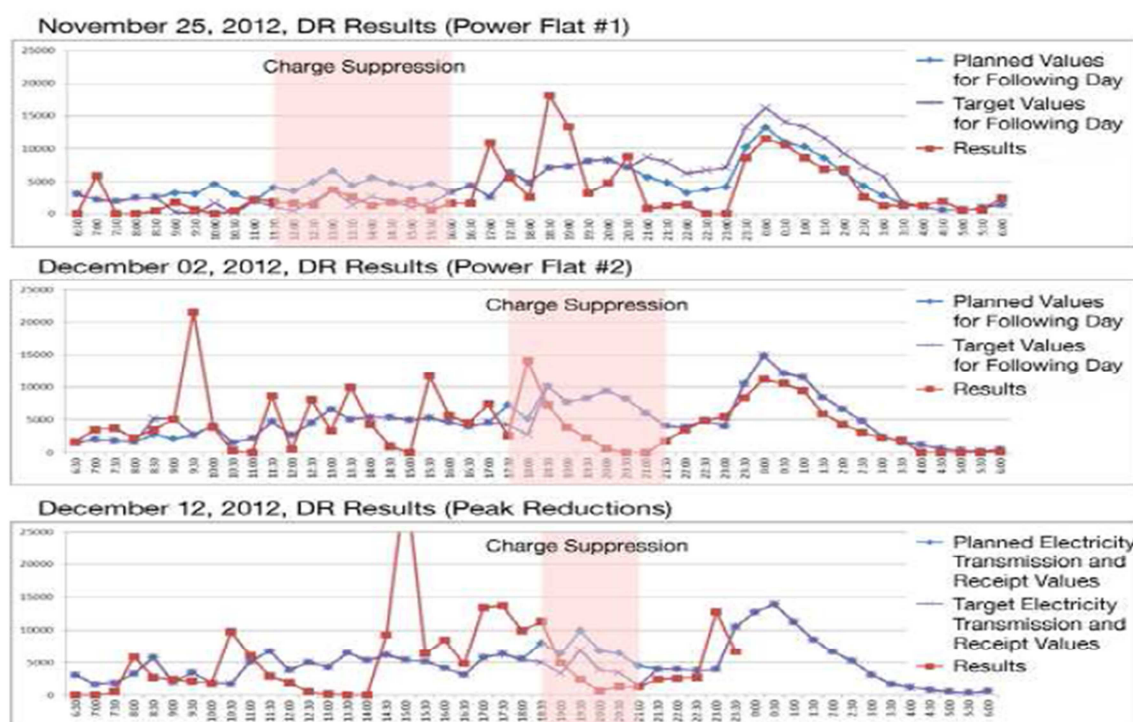


Figure 15 : Effets des requêtes de D/R sur les recharges

Source : JSCP, 2013-12-03

De plus, la question du coût/efficacité de la requête se pose. Pour chaque requête, les utilisateurs étaient récompensés par 15 points (soit 15 yens). Pour une baisse du volume de charge comprise entre 750 et 1 415 Wh (par 30 minutes), il faut distribuer l'équivalent de 1 000 yens en points, ce qui semble extrêmement coûteux, puisque le coût de 1 000 Wh n'est que de 20 yens... Une enquête par questionnaire a montré que 35 utilisateurs sur un total de 975 ont bénéficié de points sur les 18 requêtes effectuées, pour avoir reporté leur intention de recharger leur véhicule pendant les périodes concernées.

Une expérimentation complémentaire a été réalisée entre le 9 et le 23 janvier 20113, en proposant un nombre accru de points (100) pour chaque requête suivie. Les résultats montrent les mêmes tendances en termes de suppressions de recharges.

Le développement du V2X

Dans le cadre de la smart community, une seule expérimentation a été réalisé dans ce domaine, et concerne un V2F (*Vehicle-to-Factory*), implanté dans l'usine de Mitsubishi Motors à Okazaki (Préfecture d'Aichi). L'objectif a été de vérifier dans quelle mesure les batteries de voitures électriques étaient mobilisables pour gérer la période de pic d'électricité au niveau d'une usine. Cinq voitures (i-Miev, utilisées par des salariés

pour le trajet domicile-travail et pour des déplacements professionnels) et cinq batteries d'I-Miev usagées (ayant servies un an sur les véhicules) sont ainsi reliées au BEMS de l'entreprise. Elles sont rechargées sur un parking équipé de panneaux photovoltaïques (20 kW) et dans les combles du building pour les batteries usagées (figure 16), et sont gérés via un Système d'Intégration des VE (qui permet de recenser les usages passés et programmés des véhicules) (JSCP, 2013-02-05).

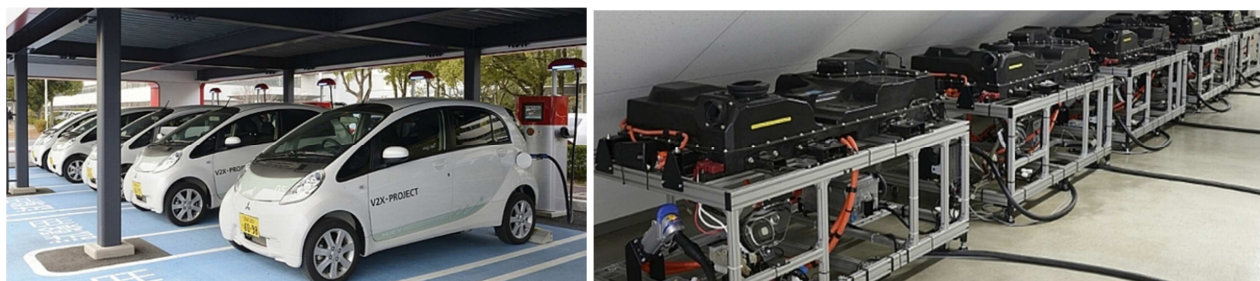


Figure 16 : Expérimentation de V2F à l'usine Mitsubishi Motors (Okazaki), parking des 5 I-Miev et combles avec batteries usagées

Source : JSCP 2013/02/05

Le bâtiment principal de l'usine comporte 5 niveaux, et emploie 800 personnes. La puissance maximale requise pour l'activité industrielle de ce bâtiment est de 250 kW en été. Afin de faire face à des requêtes de D/R, l'idée est de vérifier comment une partie de l'électricité stockée peut être mobilisée, sans remettre en cause bien entendu l'usage principal des véhicules d'entreprise (déplacements de salariés). L'électricité solaire est utilisée pour recharger les véhicules et les batteries le matin et le soir quand la demande d'électricité est faible. Pendant la pointe, l'électricité solaire et les batteries sont utilisées pour réduire la quantité d'électricité achetée sur le réseau. La nuit, les batteries sont rechargées sur le réseau (tarif plus faible).

Le système d'intégration des VE (*EV Integration System – EIS*) permet d'estimer quand et combien d'électricité est nécessaire aux véhicules, selon leur période d'usage et les distances parcourues. Le système assure la recharge en fonction de ces besoins, de la demande globale d'électricité du bâtiment, de la quantité d'électricité solaire produite et du niveau de charge des batteries usagées.

Deux modes d'utilisation des véhicules sont distingués : le domicile-travail et l'usage professionnel. Pour le premier, le véhicule est utilisé le matin et le soir et reste stationné dans la journée. Pour le second, le véhicule est utilisé dans la journée, avec des temps de stationnement courts ou longs. Cette grande diversité d'usage a nécessité d'observer l'utilisation des véhicules sur une longue période, afin de pouvoir estimer les durées de charge et décharge.

La possibilité d'alléger la demande d'électricité de 33% en pointe pour un bâtiment de 800 personnes.

Il est possible de garantir une puissance nominale de 30 kW à partir des 5 véhicules et 5 batteries usagées (sur la base de 3kW chacun). Si l'on ajoute les 20 kW du solaire, il serait possible de réduire la demande sur le réseau de 50kW. Si l'on ajoute le fait que les batteries sont rechargées la nuit, c'est un effacement potentiel maximal de 80 kW qui peut être obtenu en période de pointe.

En pratique, la puissance nominale des batteries réellement disponible n'est que de 20 kW, si l'on tient compte de la nécessité de garantir une capacité de recharge sur de longues périodes, et de la capacité résiduelle des véhicules électriques après recharge. L'allègement de la demande en pointe serait donc de 60 kW, pour une demande de l'ordre de 180 kW, soit une réduction de 30%.

Comme le montre la figure 17, la puissance en pointe atteint environ 230 kW. Le solaire permet un effacement (*peak cut*), tandis que les véhicules et les batteries permettent un déplacement (*peak shift*), qui, ensemble, permettent de réduire la puissance maximale à moins de 200 kW.

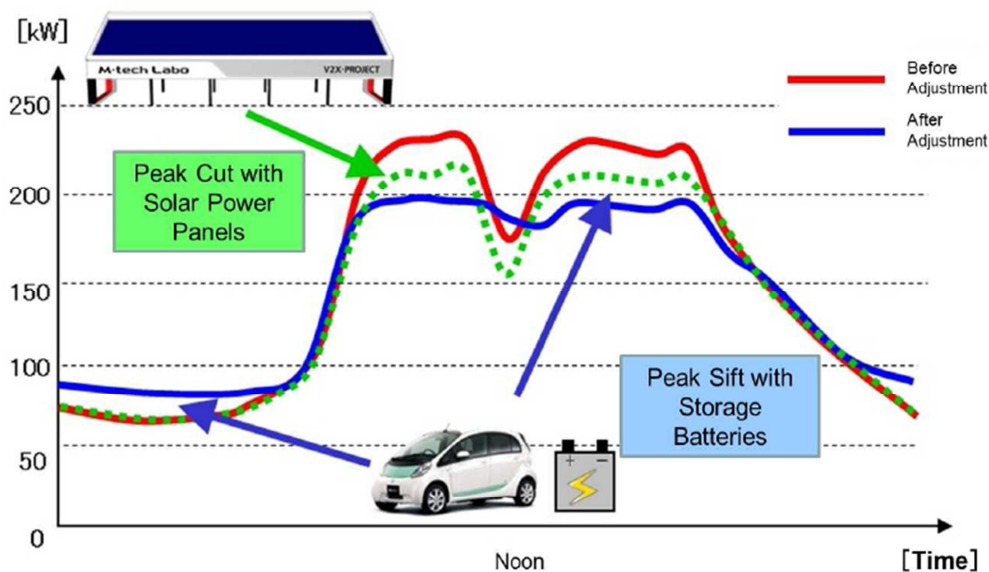
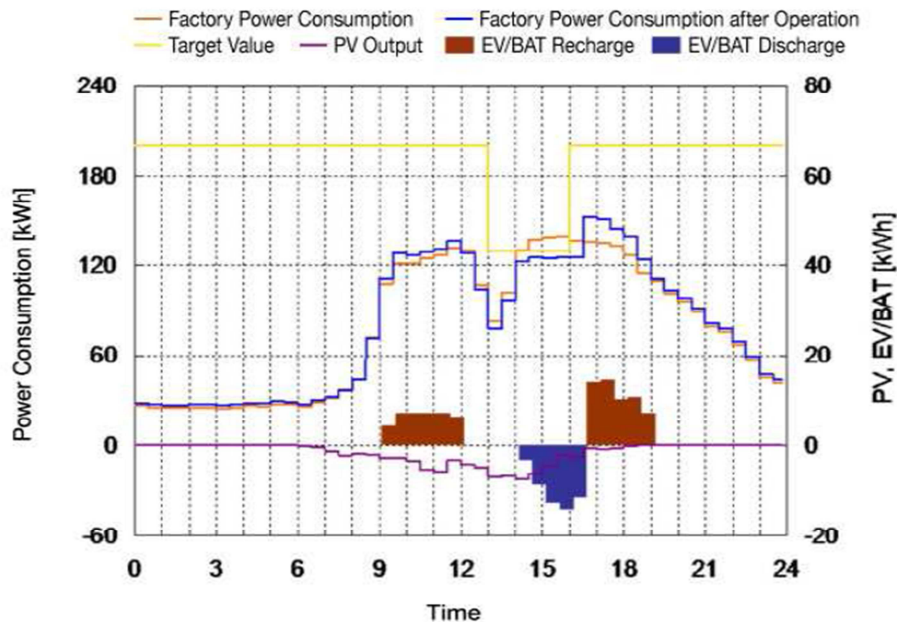


Figure 17 : Principes d'utilisation du V2F pour réduire la consommation de pointe

Source : JSCP, 2013-02-05

L'électricité solaire sert à recharger les batteries de stockage le matin, entre 9h et 12h. Pendant la période de D/R, les batteries alimentent l'usine pour éviter le dépassement de consommation, puis elles sont rechargées sur le réseau (16h30 à 19h) pour que les véhicules électriques soient disponibles pour le retour à domicile des employés. L'expérimentation vise à montrer qu'il est possible de satisfaire une demande de réduction de consommation en période de pointe, sans pénaliser l'usage des véhicules électriques.



Jaune : plafond de Consommation sur 30 mn (abaissé de 200 à 130 Kwh entre 13h et 16h)

Marron : consommation réelle du bâtiment de production

Bleu : consommation du bâtiment de production après ajustement

Violet : production photovoltaïque

Barre marron : période de charge des batteries de stockage

Barre bleue : période de décharge des batteries de stockage

Figure 18 : Exemple de régulation de la consommation d'électricité sur une journée (30°C, Sept. 2012)

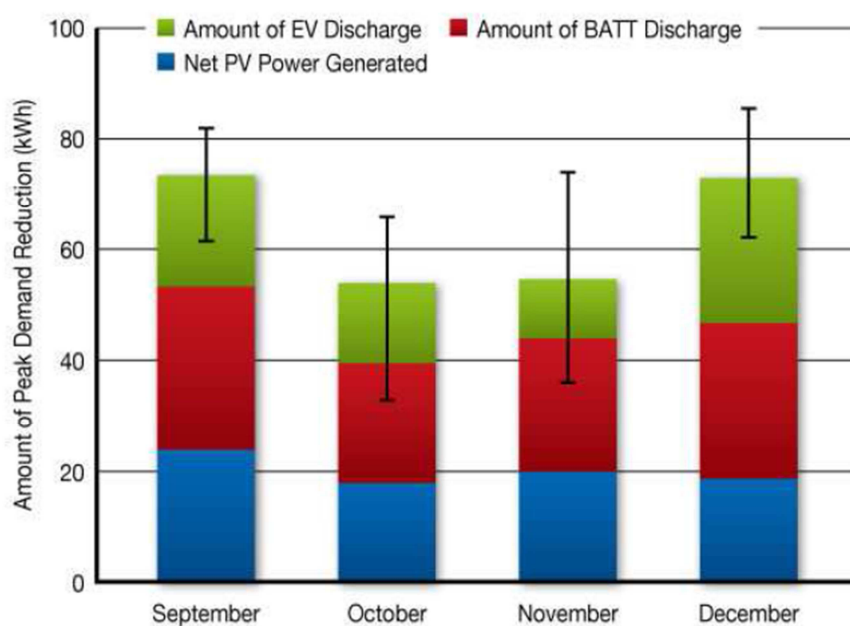
Source : JSCP, 2013-12-26

Des schémas d'utilisation des VE saisis par smartphone ou PC

Le Système d'intégration des VE (EIS) permet la saisie des déplacements planifiés avec les VE. Les personnes qui utilisent les 5 VE sont 5 employés travaillant sur le même site. Chaque conducteur utilise son smartphone pour saisir son schéma d'utilisation du VE pour la journée, depuis chez lui avant de partir au travail. A son arrivée à l'usine, il branche le véhicule sur la place de parking prévue. Sur la base des schémas saisis par les 5 employés, l'EIS transfère les informations au FEMS qui calcule un plan de recharge/décharge pour la journée, en tenant compte des besoins de consommation d'électricité (sur la base des jours passés) et des prévisions météorologiques. Le FEMS déclenche alors la recharge des batteries le matin, puis la décharge entre 13h et 16h, et enfin la recharge en fonction des besoins d'utilisation des VE déclarés pour le soir. Ainsi, un conducteur peut rentrer chez lui après 16h avec une batterie presque totalement chargée, sans savoir comment sa batterie a été utilisée dans la journée quand le véhicule était stationné.

Une demande en pointe réduite de 54 à 73 kWh sur 3 heures

Des expérimentations ont été conduites de Septembre à Décembre 2012, conduisant à des réductions de consommation du bâtiment industriel de 54 à 73 kWh pendant la période 13h-16h. La comparaison entre les 3 mois montre que la demande de réduction était la plus importante en septembre et en décembre. La figure 19 présente la répartition des sources d'énergie utilisées pour satisfaire cette demande de réduction. On peut constater que les batteries usagées ont été plus sollicitées que celles des VE, du fait d'absence de limitations des cycles de charge/décharge.



Légende : Vert : batteries des VE ; rouge : batteries usagées ; bleu : production photovoltaïque.

Figure 19 : Répartition des sources d'énergie mobilisées pour réduire la consommation en pointe

Source : JSCP, 2013-12-26

Les expérimentations ont également permis de calculer sur 4 mois une fourchette de taux de réduction qui pouvait être obtenu par ce système de V2F. Celui-ci est en moyenne de 12,7%, mais peut varier sensiblement selon la capacité de production photovoltaïque, le nombre de VE en utilisation, la capacité de stockage des batteries usagées et bien sûr selon le seuil de réduction imposé en pointe (figure 20).

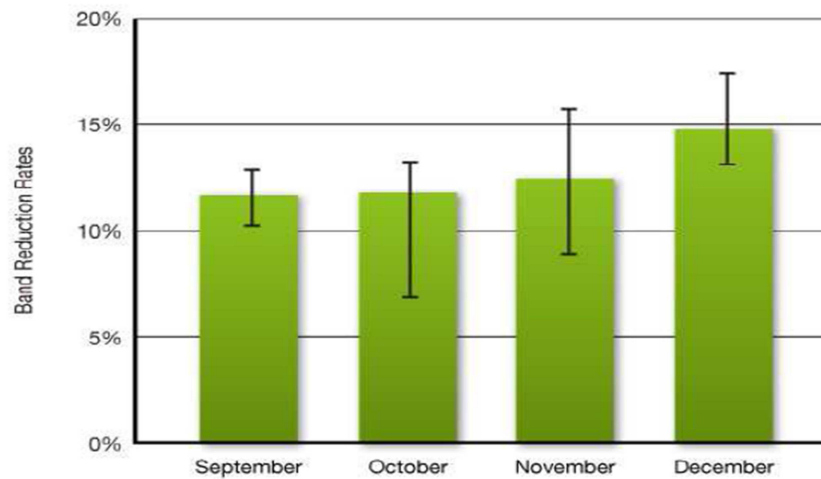


Figure 20 : Variation du taux de réduction de consommation selon les mois

Source : JSCP, 2013-12-26

Cette expérimentation a permis de démontrer l'intérêt de l'utilisation des batteries du parc de véhicules d'entreprise pour contribuer à réduire la consommation d'électricité sur le réseau pour des bâtiments industriels, ce qui est également un moyen d'amortir l'investissement dans les VE.

Récapitulatif des visites de terrain et entretiens

Date	Organisation	Personnes rencontrées	Fonction / Responsabilité
19 février 2014	Kansai Electric Power	M. NISHIMURA Kiyoshi	Manager, Division des Relations avec la clientèle
17 avril 2014	Kyoto Prefecture	M. WATANABE Hideto, M. YAMAMOTO Akio	Director ; Director, Kansai Science City Promotion Division, Department of Policy Planning
17 avril 2014	Kansai Electric Power (KEPCO)	M. SAKAI Nobuhisa M. SAITO Hirosuke M. KATO Masae M. KOBAYASHI Takao M. IWANE Yoshitaka M. ITANI Ichiro M. FUJIWARA Naoki M. NISHIMURA Kiyoshi	Senior Researcher, Home Energy Department ; Manager, Comprehensive Planning Headquarter ; customer service (energy sales) ; chief examiner, customer service; customer service (energy sales) ; Director; customer service (energy sales) ; Manager, PR division
5 juin 2014	Kyoto University	M. MATSUYAMA Takashi	Professor, Dpt of Intelligence Science and Technology, Graduate School of Informatics
11 juin 2014	Mitsubishi Motors	M. MOMOSE Nobuo M. OSHIMOTO Masahiko	Vice corporate general manager, EV business Office; General Manager, same office
13 juin 2014	Mitsubishi Electric	M. YAMAMOTO Masazumi	Senior Adviser, Energy & Industrial Systems Group
24 juin 2014	Doshisha University	M. SENDA Jiro	Department of Mechanical Engineering, Energy Conversion Research Center
3 juillet 2014	Mitsubishi Heavy Industry	M. HANGAI Yoichi M. IMORI Yasushi	Manager Strategy & Marketing Group, Strategic Planning Dpt; Planning Group, Business Development Dpt., Energy and Environment
10 juillet 2014	Fuji Electric	M. YAMANO Hiroyuki M. ITO Yasuo.	Assistant Manager, Power System Control & Energy Management Dpt ; Staff Manager, Smart Community Grand Design Dpt.

Références

Doshisha Yamate SUC, 2013, *Heisei24nendo SUC kyougikai kakudaikaigi* (Compte-rendu de la réunion élargie du conseil de SUC, année fiscale 2012).

ITO Koichiro, IDA Takanori, TANAKA Makoto, 2015, The persistence of moral suasion and economic incentives – Field experimental evidence from energy demand, Working Paper 20910, The National Bureau of Economic Research, USA, janvier [en ligne] <http://www.nber.org/papers/w20910> consulté septembre 2015

JSCP, 2012-10-31, Aiming at Controlling Local Electrical Power Demand with EMS Linkups [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20121031/328780/>

JSCP, 2012-11-27, Controlling Household Power Consumption with HEMS to Meet the Targets of the Entire Community [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20121127/331970/>

JSCP, 2012-12-11, Optimizing the use of electricity and heat for a building complex containing tenants and a hotel [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20121211/333544/>

JSCP, 2013-01-19, Constantly monitoring the recharge status of 60 EVs to forecast electricity demand – Inducing people to recharge their cars at optimal times and at optimal places with Demand Responses [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20130119/337408>

JSCP, 2013-02-01, Full-scale operation of Demand Response targeting large-scale buildings, [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20130201/338849/>

JSCP, 2013-02-05, V2X: aiming at alleviating power demand in a wide range of facilities with the use of EVs – optimal control over recharging/discharging storage batteries without compromising the functions of the vehicle [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20130201/338838>

JSCP, 2013-05-22, Measuring Electricity Consumption by Each Household Appliance with Power Consumption Measurement Taps [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20130522/351524/>

JSCP, 2013-11-26, Clarifying the Roles of CEMS as “Peak-hour Reductions” and “Power Supply and Demand Adjustment” [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20131126/374899/>

JSCP, 2013-12-03, CEMS, EV Charging and Links to BEMS Fully Underway – Encouraging EV Users and Tenants to Adopt Energy-Saving Behavior with DR Requests [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20131203/375800>

JSCP, 2013-12-26, Reducing Peak Electricity Demand in Factories with the use of EV Storage Batteries – Combining the Convenience of EVs with the convenience of Peak Demand Reduction Storage Batteries [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20131226/378449>

JSCP, 2014-05-01, Results of Verification Experiments Involving 14 Households into which HEMS and Solar Power Generators have been Installed [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20140501/395403/index.shtml>

JSCP, 2015-04-07, Proving Experiment of “1-Hour-Ahead DR” in Combination with “1-Hour-Ahead Market” for Electric Power, [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20150407/441722/>

JSCP, 2014-05-13a, Full-Scale Operations of a Supply and Demand Adjustment CEMS and a Peak Demand Reduction CEMS [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20140501/395442/index.shtml>

JSCP, 2014-05-13b, BEMS Linked to CEMS Support Demand Response [en ligne] <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscpen/20140513/396994/>

Kansai Research Institute, 2013, Kansai Science City - Challenging the future - The New Cultural Capital, Keihanna

Keihanna Eco City Promotion Council, 2014, *keihanna jisedai enerugi-shakai shisutemu jishshopurojekkuto no torikumi jokyō nitsuite* (situation de mise en œuvre du projet de vérification de l'énergie et systèmes sociaux de nouvelle génération à Keihanna)

Kyoto Prefecture, 2014, Overview of the Keihanna Eco-City Next-Generation Energy and Social Systems Demonstration Project (version 140214)

Mitsubishi Heavy Industries Ltd., 2014, Outline of Verification Program in Smart Community Keihanna (Kyoto) – outline of large scaled demand response program, Demand Response Working Group in Keihanna Project, presentation au *colloque national sur les smart communities*, 39 p. [en ligne] <http://www.nedo.go.jp/content/100564103.pdf> consulté septembre 2015

Table des matières

Sommaire	1
Liste des sigles	2
1. Présentation du site	3
2. Le projet et les principales expérimentations de la smart community.....	5
A la lisière de la smart community : les initiatives menées par des universitaires.....	8
La gouvernance de la smart community de Kyoto Keihanna : fragmentation des projets et désengagement de la préfecture	10
3. L'accompagnement des habitants et le Demande/Réponse	14
4. Les mesures dans le domaine des transports et de la mobilité	21
La gestion des recharges	21
Le développement du V2X	24
Récapitulatif des visites de terrain et entretiens	29
Références.....	29
Table des matières	31